

**ENGENHARIA AMBIENTAL**

**AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO DO  
SAPO NO TRECHO URBANO NA CIDADE DE RIO VERDE –  
GO**

**LAURA CAMPOS DE LIRA**

**RIO VERDE – GO**

**2021**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE  
ENGENHARIA AMBIENTAL**

**AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO DO SAPO  
NO TRECHO URBANO NA CIDADE DE RIO VERDE – GO**

**LAURA CAMPOS DE LIRA**

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Édio Damásio da Silva Júnior

Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Me. Andriane de Melo Rodrigues

Rio Verde – GO

Junho, 2021

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

L768a Lira, Laura Campos de  
Avaliação de qualidade da água do Córrego do Sapo  
no trecho urbano na cidade de Rio Verde - GO / Laura  
Campos de Lira; orientador Dr. Édio Damásio da  
Silva Júnior; co-orientadora Andriane de Melo  
Rodrigues. -- Rio Verde, 2021.  
42 p.

TCC (Graduação em Engenharia Ambiental) --  
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2021.

1. enquadramento. 2. qualidade da água. 3. uso do  
solo. 4. poluição urbana. I. Silva Júnior, Dr. Édio  
Damásio da , orient. II. Rodrigues, Andriane de  
Melo, 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 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                                 | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação                  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |   |

Nome Completo do Autor: Laura Campos de Lira

Matrícula: 2017102200740327

Título do Trabalho: Avaliação de qualidade da água do Córrego do Sapo no trecho urbano na cidade de Rio Verde – GO

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 03/07/2021

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;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- 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, 01/07/2021.



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do orientador



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

Ata nº 91/2021 - GGRAD-RV/DE-RV/CMPRV/IFGOIANO

### **ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO**

No dia 16 de junho de 2021, às 14:00 horas, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Édio Damásio da Silva Júnior (orientador), Andriane de Melo Rodrigues (membro), Marconi Batista Teixeira (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado “AVALIAÇÃO DE QUALIDADE DA ÁGUA DO CÔRREGO DO SAPO NO TRECHO URBANO NA CIDADE DE RIO VERDE – GO” da estudante Laura Campos de Lira, Matrícula nº 2017102200740327 do Curso de Engenharia Ambiental do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida a estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição da candidata pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO da estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

*(Assinado Eletronicamente)*

Édio Damásio da Silva Júnior (IFGoiano - Rio Verde)

Orientador(a)

*(Assinado Eletronicamente)*

Andriane de Melo Rodrigues (IF Goiano – Campus Rio Verde)

Membro

*(Assinado Eletronicamente)*

Marconi Batista Teixeira (IF Goiano – Campus Rio Verde)

Membro

## Observação:

( ) O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Edio Damasio da Silva Junior**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 17/06/2021 09:27:27.
- **Marconi Batista Teixeira**, COORDENADOR DE CURSO - FUC1 - UCPG-RV, em 17/06/2021 07:43:28.
- **Andriane de Melo Rodrigues**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 16/06/2021 19:03:12.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 16/06/2021. 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: 281161  
Código de Autenticação: 65c7eac9f3



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
Campus Rio Verde  
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970  
(64) 3620-5600

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Crivaldo Campos de Lira e Eva Martins, à minha irmã Lavínia Campos de Lira, ao meu avô Francisco Campos de Lira (*in memoriam*) e meu tio Dionísio Martins (*in memoriam*), que partiram antes de me verem concluindo esse sonho, sei que estão olhando por mim.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me permitir superar todas as adversidades encontrada ao longo desses anos.

À essa instituição de ensino e todo corpo administrativo, por sempre propiciar as melhores condições para os discentes, com oportunidades de iniciação científica, acesso à cultura e toda assistência social prestada.

Aos professores, que transmitem seus conhecimentos e experiências tentando fazer desta sociedade um lugar melhor.

Ao laboratório de hidráulica e irrigação, local onde tive a oportunidade de fazer 4 anos de iniciação científica que me transformaram, me permitindo conhecer pessoas maravilhosas e ter ótimas experiências que me ajudaram a chegar até aqui.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica concedida ao longo desses anos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Édio Damasio da Silva Junior, por me aceitar como sua orientada e transmitir parte do seu conhecimento. Obrigada pela paciência e compreensão.

À Márcia, Carlos, Angélica, professor Édio e todas as pessoas que contribuíram na execução desse trabalho.

À toda a minha família, por sempre me apoiarem e torcerem por mim, vocês são tudo que eu tenho.

Aos queridos amigos que fiz nesse período, que me receberam e estiveram comigo nos melhores e piores momentos: Stefane, Thamara, Vitória, Leydiane, Laura, Natielly, Sandyla, Leandro, Mateus e Letícia, irei leva-los sempre comigo em meu coração.

Ao Felipe Borges Amaral Rodrigues, por acreditar em mim quando eu mesma não acreditava.

Finalmente, sou grata à todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente ao longo dessa trajetória maravilhosa. Muito obrigada!

LIRA, Laura Campos de. **Avaliação de qualidade da água do Córrego do Sapo no trecho urbano na cidade de Rio Verde – GO.** 2021. 41p Monografia (Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2021.

### **RESUMO**

Devido ao crescimento de conflitos relacionados aos usos múltiplos da água e a degradação dos corpos hídricos, a gestão dos recursos hídricos se torna uma prática indispensável. Com o objetivo de avaliar a qualidade das águas superficiais do córrego do Sapo, localizado na cidade de Rio Verde - GO, observou-se o uso e ocupação do solo e o regime de chuvas, sendo realizadas análises de oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e sólidos suspensos (SS) seguindo o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Os resultados obtidos evidenciaram a influência das fontes de poluição urbana na qualidade da água do trecho em estudo, que fica dentro do perímetro urbano, sendo enquadrado como classe 3 e 4 em 61,05 e 38,95% do trecho, respectivamente, segundo a resolução CONAMA 357/05, limitando seus usos a irrigação de algumas espécies vegetais, dessedentação animal e paisagismo.

**Palavras-chave:** enquadramento, qualidade da água, uso do solo, poluição urbana.

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Qualidade da água dos corpos hídricos segundo o enquadramento em classes.....	4
<b>Tabela 2.</b> Usos da água conforme sua classificação. ....	4
<b>Tabela 3.</b> Caracterização e localização dos pontos de coleta. ....	13
<b>Tabela 4.</b> Metodologias utilizadas nas análises das amostras de água. ....	14

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Enquadramento da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, RS. (Fonte: Comitê Sinos – Enquadramento Legal das Águas).....	6
Figura 2. Enquadramento desejado dos trechos da bacia hidrográfica do Rio Sinos. (Fonte: Comitê Sinos – Enquadramento Legal das Águas) .....	7
Figura 3. Zonas de autodepuração e espécies presentes.....	10
Figura 4. Fluxograma das etapas de desenvolvimento do projeto.....	12
Figura 5. Micro bacias do trecho em estudo.....	13
Figura 6. Vazão observada no trecho durante o período analisado.....	18
Figura 7. Precipitação mensal acumulada no período do estudo.....	19
Figura 8. Valores de DBO observados no trecho analisado.....	19
Figura 9. Classificação do uso do solo da microbacia do Ponto P1.....	20
Figura 10. Classificação do uso do solo da microbacia do Ponto P2.....	21
Figura 11. Classificação do uso do solo da microbacia do Ponto P4.....	22
Figura 12. Classificação do uso do solo da microbacia do Ponto P5.....	22
Figura 13. Classificação do uso do solo da microbacia do Ponto P9.....	23
Figura 14. Ponto 7 do trecho analisado.....	24
Figura 15. Classificação do uso do solo da microbacia do Ponto P7.....	24
Figura 16. Identificação do ponto de mistura do P7 com o Córrego do Sapo.....	25
Figura 17. Valores de OD observados durante o estudo.....	26
Figura 18. Ponto 05 de coleta das amostras de água.....	26
Figura 19. Valores de DQO observados no período analisado.....	27
Figura 20. Valores de SS observados no período analisado.....	28
Figura 21. Enquadramento em classes do trecho em estudo.....	29

**SUMÁRIO**

1	Introdução .....	1
2	Objetivos gerais .....	2
3	Objetivos Específicos .....	2
4	Revisão de Literatura .....	3
4.1	Gestão De Recursos Hídricos .....	3
4.2	Uso Do Solo.....	7
4.3	Poluição E Qualidade Das Águas Naturais.....	9
5	Material e métodos.....	12
5.1	Amostragem.....	12
5.2	Parâmetros analisados.....	13
5.2.1	DQO .....	14
5.2.2	Oxigênio Dissolvido e Temperatura .....	14
5.2.3	DBO .....	14
5.2.4	Sólidos suspensos.....	15
5.2.5	Vazão .....	15
5.2.6	Análise de uso do solo .....	16
5.2.7	Enquadramento dos corpos hídricos .....	17
6	Resultados e discussão.....	18
6.1	Enquadramento do trecho .....	29
7	Conclusão.....	32
8	Referências.....	33

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um elemento primordial para a vida, sendo a água doce fundamental em todas as atividades desenvolvidas pela humanidade, se tornando o recurso natural mais importante para as espécies.

Apenas 2,5% da água do planeta é considerada água doce, tal qual, 69% desse valor estão concentrados nas geleiras, 30% em águas subterrâneas e somente 1% está disposto em rios ou lagos (ANA, 2019).

O relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil realizado pela Agência Nacional de Águas (BRASIL, 2015) evidencia que os trechos críticos (com qualidade inferior) dos recursos hídricos brasileiros estão normalmente localizados nas regiões metropolitanas, devido à alta demanda e a quantidade de geração e lançamento de efluentes.

Os efluentes industriais, domésticos, a destinação inadequada dos resíduos sólidos, a agricultura e o consumo humano instituem vastos problemas que comprometem a qualidade e a quantidade de água disponível para os usos consuntivos (RODRIGUES & LEAL 2019). Devido ao crescimento desses conflitos pelo uso da água e a degradação dos corpos hídricos, a gestão dos recursos hídricos se torna uma prática indispensável.

Considerando a poluição pontual e difusa dos corpos hídricos, como lançamento de efluentes e lixiviados da chuva, água disponível para uso se torna um potencial veículo de propagação de doenças causadas por agentes patológicos e produtos químicos, uma vez que 82% da população mundial não tem acesso à uma água tratada de qualidade. Isto posto, é estimado que mais de cinco milhões de pessoas morrem anualmente por contrair doenças de veiculação hídrica (GUEDES et. al, 2017).

Na cidade de Rio Verde, o uso do solo e da água é agrícola, industrial e urbano. Uma vez que os efluentes industriais e sanitários sejam despejados incorretamente (seja por tratamento inadequado ou ausência do mesmo), as bacias hidrográficas pertencentes ao município têm suas características qualitativas comprometidas.

O município de Rio Verde vem sofrendo com o ritmo acelerado da urbanização, e por consequência, ocasionando impactos negativos aos 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 Carequinha (RIO VERDE, 2009).

O corpo hídrico em estudo, o Córrego do Sapo, percorre parte do perímetro urbano de Rio Verde, sendo submetido à várias fontes de poluição como lançamentos clandestinos de esgoto doméstico e industrial e carreamento de resíduos sólidos pelas águas pluviais.

O córrego é canalizado por cerca de 3.570 metros no perímetro urbano (RIO VERDE, 2014), sendo utilizado para diversas finalidades, como: irrigação de hortaliças, pesca, barramentos e dessedentação animal. Todavia, o córrego e seus afluentes também são alvos das ações antrópicas dos habitantes do município, causando infortúnio à população da cidade vizinha, Santa Helena de Goiás, uma vez que esse corpo hídrico é afluente do Ribeirão São Tomaz, responsável pela água de abastecimento urbano da cidade.

Sendo assim, a gestão de recursos hídricos se torna de grande importância, uma vez que os múltiplos usos da água devem ser planejados e observados, com a finalidade de propiciar a sustentabilidade ambiental e a qualidade de vida da sociedade (AUGUSTO et al., 2012).

Nesse sentido, estudos que avaliem os impactos causados aos corpos hídricos submetidos à urbanização e ações antrópicas são necessários para subsidiar a gestão dos recursos hídricos, fomentando dados aos órgãos municipais responsáveis pela gestão desses corpos receptores, como a Agência Municipal de Regulação dos Serviços de Água e Esgoto (AMAE) e a Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMMA), a fim de avaliar e prevenir os possíveis impactos à saúde da população que faz uso dessas águas.

Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade das águas do Córrego do Sapo no trecho urbano da cidade de Rio Verde, classificar os corpos hídricos afluentes e definir o uso das águas de acordo com sua respectiva classificação.

## **2 OBJETIVOS GERAIS**

Avaliar a qualidade das águas do Córrego do Sapo no trecho urbano da cidade de Rio Verde, classificar os corpos hídricos afluentes e definir o uso das águas de acordo com sua respectiva classificação.

## **3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Identificar possíveis fontes de poluição urbana;
- ✓ Verificar as condições de qualidade da água do trecho de estudo frente às classes de qualidade da Resolução CONAMA 357/2005;
- ✓ Avaliar as possíveis interferências do uso do solo das microbacias na qualidade da água do trecho estudado.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 Gestão De Recursos Hídricos

As consideráveis alterações causadas ao meio ambiente por atividades econômicas interferem na qualidade das águas, na diminuição das matas ciliares, influenciam nas características das bacias hidrográficas, ocasionam o assoreamento dos corpos hídricos e conseqüentemente na vazão dos rios (ISSII et al., 2020; LIRA et al., 2020).

Portanto, é de fundamental importância a criação de técnicas de planejamento e gestão com o objetivo de garantir a qualidade e acessibilidade da água para as mais diversas finalidades, no intuito de assegurar o abastecimento e consumo humano (BARROS et al, 2016).

O modelo de gestão de recursos hídricos no Brasil é inspirado no modelo francês que presume que a mesma seja integrada, descentralizada e participativa (FRACALANZA, 2010; ROSSI, 2013), utilizando a cobrança como instrumento econômico. Este modelo está apresentado na chamada Lei das Águas, a lei 9.433/97, instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos que visa garantir o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água (ROCHA et al., 2020). São objetivos da Política Nacional dos Recursos Hídricos:

I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;

II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;

III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais;

IV - incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.

Para cumprir esses objetivos, a Política Nacional dos Recursos Hídricos utiliza de alguns instrumentos, sendo eles:

I - os Planos de Recursos Hídricos;

II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;

III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;

IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

V - a compensação a municípios;

VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

O enquadramento dos corpos hídricos no Brasil é feito em classes, baseando-se na qualidade da água de determinado corpo hídrico conforme seus respectivos usos (SOARES, 2018). Sendo o enquadramento instrumento da Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), o mesmo deve ser implantado a nível federal, utilizando parâmetros avaliativos e determinantes apresentados pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 1997).

Nessa resolução, os corpos hídricos são enquadrados em cinco classes: classe especial, que evidencia qualidade superior, e classes 1, 2, 3 e 4, que são classificadas respectivamente conforme o aumento da DBO e da turbidez e diminuição do oxigênio dissolvido, como

demonstrado na Tabela 1. Para a classe especial, deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água.

**Tabela 1.** Qualidade da água dos corpos hídricos segundo o enquadramento em classes.

Parâmetro	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
DBO <sub>5,20</sub> (mg O <sub>2</sub> /L)	<3	<5	<10	<10
OD (mg O <sub>2</sub> /L)	>6	>5	>4	>2
Turbidez (NTU)	40	100	100	101
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
SDT (mg/L)	500	500	500	500
Cloreto (mg/L)	250	250	250	250
Ferro (mg/L)	0,3	0,3	5	5
Nitrato (mg/L)	10	10	10	10
Nitrito (mg/L)	1	1	1	1
NH <sub>3</sub> (mg/L) p/ pH<7,5	3,7	3,7	13,3	13,8
NH <sub>3</sub> (mg/L) p/ pH >7,5	2	2	5,6	5,6

Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005).

O uso da água é definido de acordo com a sua classificação, resultado do uso do solo nas proximidades do corpo hídrico. Na tabela 2 são apresentadas restrições de uso, de acordo com a classificação.

**Tabela 2.** Usos da água conforme sua classificação.

Classes	Usos
Classe especial	Destinada ao consumo humano, abastece os domicílios sem prévia ou com simples desinfecção. Também é usada para preservar o equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
Classe 1	Destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento simples, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário (natação, esqui e mergulho), à irrigação de hortaliças consumidas cruas e de frutas que cresçam rentes ao solo e ingeridas sem remoção de película e à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Classe 2	Águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, irrigação de hortaliças e frutíferas e à criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.
Classe 3	Destinadas ao consumo humano após tratamento convencional, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras e à dessedentação de animais.
Classe 4	Águas destinadas à navegação, harmonia paisagística e aos usos menos exigentes.

Fonte: Portal Tratamento de Água, enquadramento e classificação dos corpos d'água.

O enquadramento dos corpos hídricos se dá de forma que os fatores qualidade da água e seus usos preponderantes sejam compatíveis. Foi feita uma proposta de modificação da qualidade das águas dos cursos hídricos presentes na bacia hidrográfica do Rio Sinos, com a situação atual e desejada. No exemplo a seguir têm-se o enquadramento da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, com a qualidade das águas naquele momento (Figura 1). Pode-se perceber que grande parte dos cursos d'água estão enquadrados como classe 4, tendo seus usos limitados ao paisagismo e navegação.

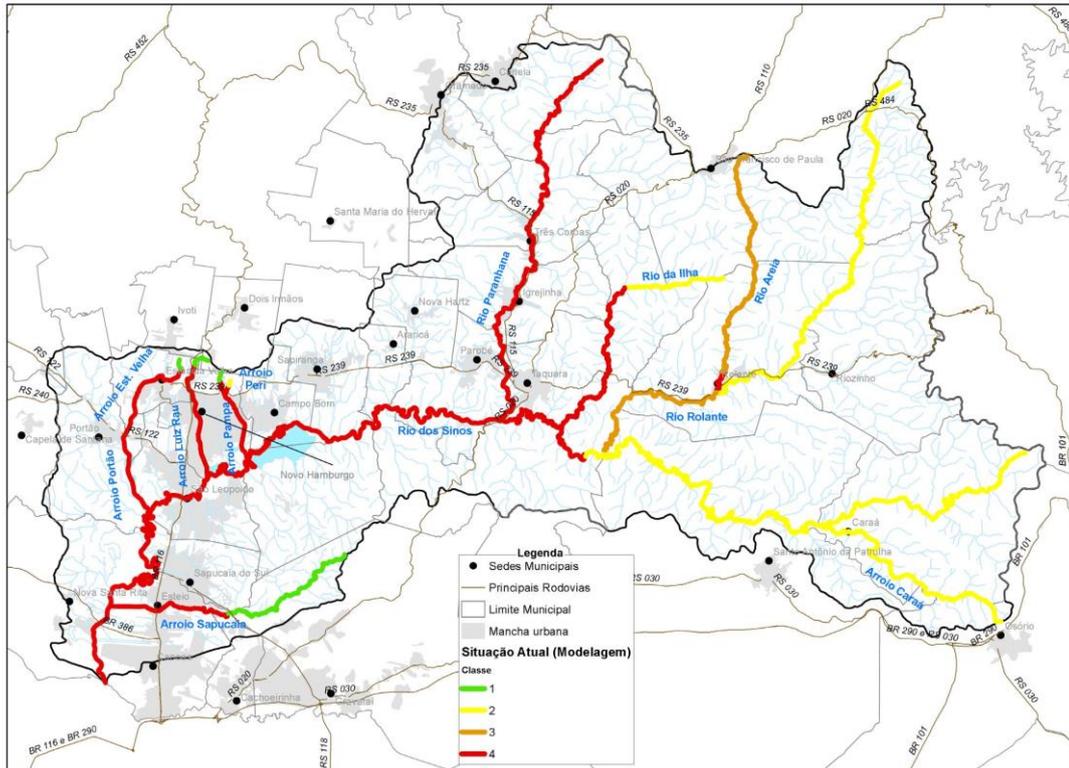


Figura 1. Enquadramento da bacia hidrográfica do Rio dos Sinos, RS. (Fonte: Comitê Sinos – Enquadramento Legal das Águas)

Já na Figura 2 têm-se a representação das condições de enquadramento possíveis e desejados futuramente, onde são mostradas as propostas de modificação das classes de alguns corpos hídricos presentes na bacia.

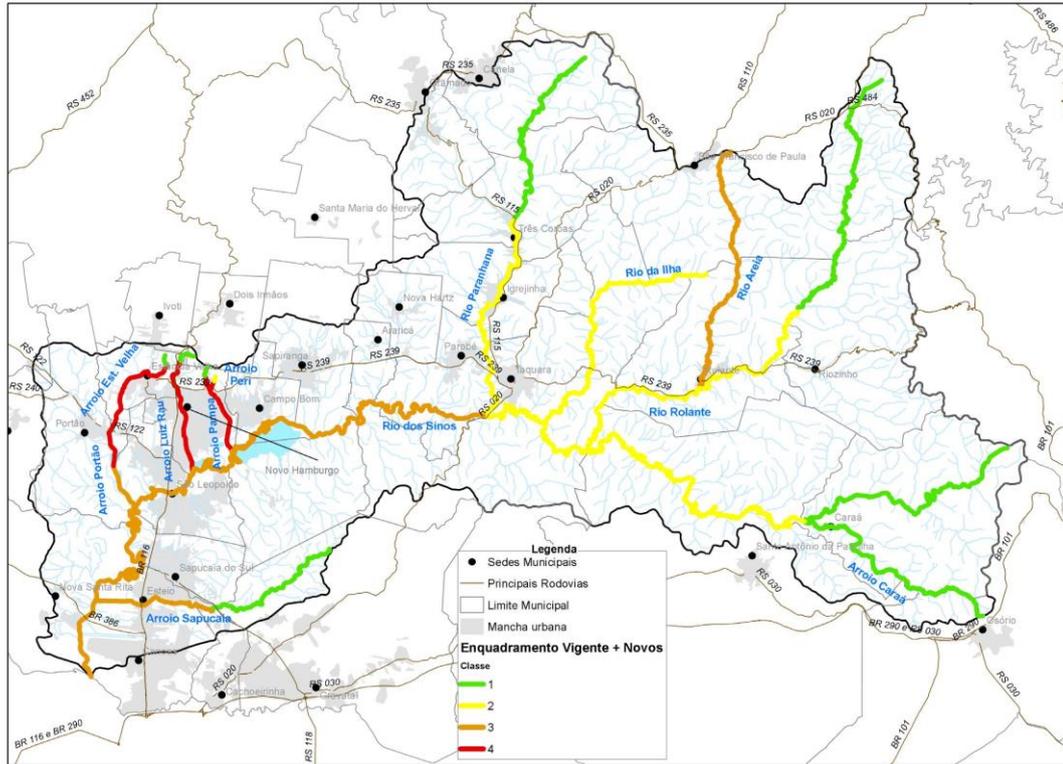


Figura 2. Enquadramento desejado dos trechos da bacia hidrográfica do Rio Sinos. (Fonte: Comitê Sinos – Enquadramento Legal das Águas)

Nessa proposta, alterou-se o enquadramento de alguns corpos hídricos objetivando propiciar a melhoria da qualidade desses cursos possibilitando os usos múltiplos dos mesmos.

#### 4.2 Uso Do Solo

Rio Verde é uma cidade do estado de Goiás de grande relevância econômica, uma vez que nesse local ficam concentrados grandes produtores agrícolas, indústrias do setor alimentício, empresas do segmento do agronegócio, e atividades agropecuárias. Devido a isso, o desenvolvimento da cidade veio de forma rápida, de maneira em que sua população crescesse exponencialmente, se tornando então a 4ª cidade mais populosa do estado de Goiás (segundo dados do último censo feito IBGE em 2010) com estimativa populacional de 241.518 habitantes para o ano de 2020.

Segundo Soares (2018), o aumento massivo de efluentes é resultado de um crescimento populacional que promove a amplificação da utilização de recursos naturais no intuito de atender o desenvolvimento das atividades econômicas nos setores industriais, agropecuários e também as necessidades básicas da população.

Em consequência do crescimento acelerado da população, os impactos ambientais relacionados ao uso da água influenciam diretamente a qualidade e a quantidade do recurso

disponível, sendo esses impactos ainda mais perceptíveis uma vez que há cursos hídricos que atravessam a cidade, pois tornam os mesmos susceptíveis a despejos clandestinos de esgoto doméstico e alvo da destinação incorreta de resíduos sólidos.

O Córrego do Sapo é um dos cursos que atravessam a cidade de Rio Verde, e com o levantamento de dados para execução do projeto “Canalização e Vias Margens do Córrego do Sapo, 2010” feito pela Prefeitura Municipal de Rio Verde, constatou-se que as áreas de preservação permanentes (APP) nas margens do Córrego do Sapo, situado em área urbana no centro geográfico da cidade de Rio Verde, foram ocupadas de forma ilegal há aproximadamente 30 anos, contribuindo para a degradação do meio ambiente e corpo hídrico, e por consequência disso, o agrave na saúde das pessoas ligadas diretamente ao leito do rio, devido à falta de infraestrutura local.

São diversos os impactos ambientais causados pela urbanização nos corpos hídricos. Nesse caso, a canalização dos cursos d'água substitui as matas ciliares por avenidas, aumentando a taxa de impermeabilização do solo e afetando também o regime de vazões. Devido ao mal dimensionamento da rede de drenagem da cidade, os trechos canalizados recebem todo o escoamento superficial das ruas em época chuvosa, provocando enchentes e impactos na qualidade das águas com o carreamento de resíduos sólidos.

A cidade de Rio Verde é abastecida pela bacia hidrográfica do Ribeirão das Abóboras (Alves et al., 2016), Ribeirão Lajes e vários sistemas de poços de água subterrânea, sendo essa bacia responsável pelo abastecimento das atividades econômicas do setor agrícola e a principal fonte de água das multinacionais instaladas no município, além da distribuição para a população residente.

Os impactos ambientais relacionados à falta de saneamento básico são consideráveis e expressivos, podendo comprometer a qualidade da água da bacia hidrográfica onde a urbanização está inserida. Uma vez que o esgotamento sanitário do município de Rio Verde for ineficiente ou pouco abrangente, pode ocorrer o comprometimento da qualidade da água da bacia do Ribeirão das Abóboras, que por sua vez é um dos principais afluentes do Rio São Tomaz, responsável pelo abastecimento da cidade de Santa Helena de Goiás (Alves et al., 2016). Atualmente, o percentual de atendimento da rede de esgoto da cidade é de 82%, de acordo com a Agência Municipal de Regulação dos Serviços de Água e Esgoto (AMAE).

Além disso, as atividades econômicas do município não se limitam apenas ao comprometimento da qualidade e quantidade da água, uma vez que o desmatamento e o uso intensivo do solo também favorecem o surgimento de erosões, impermeabilização das

superfícies, o arraste de sólidos, desertificação, lixiviação, entre outros processos de degradação.

### **4.3 Poluição E Qualidade Das Águas Naturais**

Os efluentes provenientes das atividades econômicas sem tratamento (ou tratados em sistemas de baixa eficiência) quando lançados em corpos hídricos, causam a degradação da qualidade da água dos mesmos, aumentando a carga orgânica dos mananciais (SOARES, 2018).

Dentre os problemas ambientais causados pela poluição de corpos hídricos estão a eutrofização, redução dos níveis de oxigênio, contaminação da água por poluentes orgânicos persistentes, morte de ecossistemas e propagação de doenças de veiculação hídrica.

O oxigênio dissolvido é diretamente afetado pela matéria orgânica, visto que para sua estabilização acontecem reações de oxidação, e na medida em que a matéria orgânica é convertida, o oxigênio dissolvido é consumido (SILVA, 2007). Portanto, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) mede indiretamente a quantidade de matéria orgânica presente em um curso d'água, pois a mesma quantifica a concentração de oxigênio dissolvido necessária para estabilização da matéria orgânica carbonácea por meio de processos bioquímicos (VON SPERLING, 2005).

O oxigênio dissolvido é de fundamental importância para seres vivos aquáticos aeróbicos, se tornando então o principal parâmetro analisado para caracterizar a poluição das águas por matéria orgânica, sendo também indispensável para mensurar a capacidade de autodepuração dos cursos hídricos (VON SPERLING, 2005).

Segundo Von Sperling (2007), um ecossistema aquático está em equilíbrio natural antes dos despejos de efluentes. No entanto, esse equilíbrio é afetado após a entrada de agentes poluidores, ocasionando inicialmente uma desordem, tendencialmente evoluindo para uma consecutiva reestruturação, sendo esse fenômeno conhecido como autodepuração (assimilação da matéria orgânica). Sendo assim, o fenômeno descrito pode ser compreendido como sucessão ecológica, uma vez que a recuperação do corpo hídrico ocorre por meio de mecanismos naturais, que se renovam sistematicamente (FRAGA et al. 2020), como demonstrado na Figura 3.

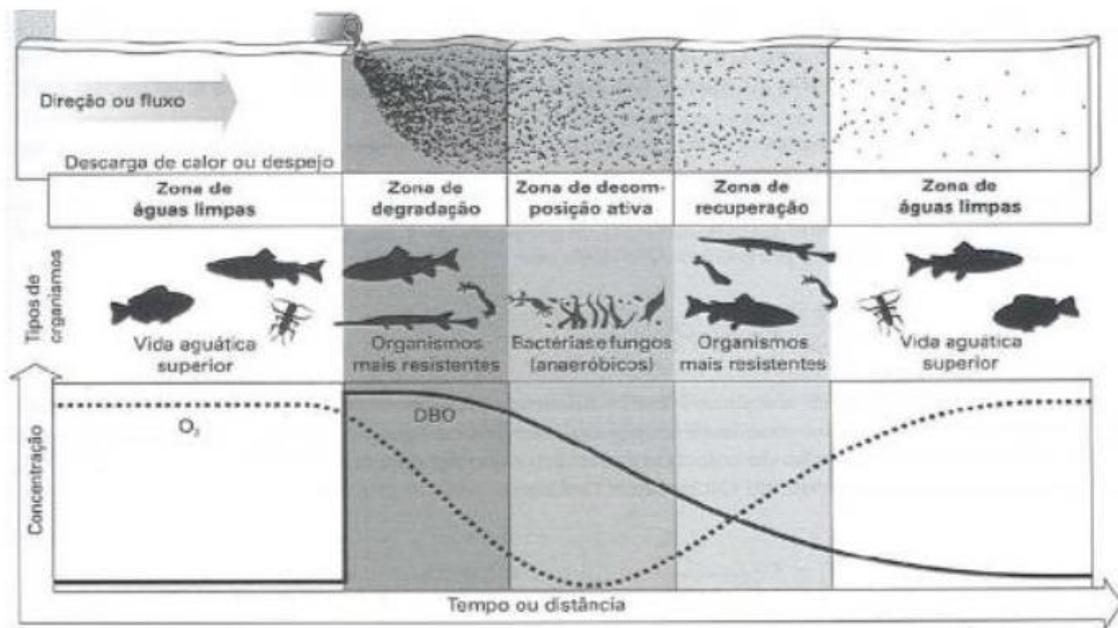


Figura 3. Zonas de autodepuração e espécies presentes.

A zona à montante do lançamento de efluentes é classificada como zona de águas limpas, onde tem-se as condições naturais do corpo hídrico, sem nenhum tipo de introdução de poluentes.

A zona de degradação se inicia após a inserção de agentes poluidores, que intensificam a concentração de agentes decompositores (organismos aeróbios), os quais consomem o oxigênio dissolvido com a finalidade de decompor a matéria orgânica. O efluente disposto se misturando com o corpo receptor aumentará a concentração de DBO e naturalmente, diminuirá a concentração de oxigênio dissolvido. No fundo dessa zona, região com condições anaeróbicas, ocorrem reações da mesma categoria que podem resultar na geração de odores devido a produção de gases. A zona de decomposição ativa tem as menores concentrações de oxigênio dissolvido devido a predominância de microrganismos decompositores.

Na zona de recuperação o corpo hídrico começa a se reestabelecer, acontece a diminuição significativa da DBO e conseqüentemente o aumento do oxigênio dissolvido. Essa recuperação acontece devido a recomposição do oxigênio pela reaeração. No final dessa zona, o corpo receptor praticamente volta a ter condições biológicas e físicas iniciais do processo. Na zona de águas limpas, temos o retorno do estado natural do corpo hídrico, entretanto, essa estabilidade persistirá apenas se não houver nova inserção de poluentes.

A concentração de OD pode variar também por diversos fatores, entre eles a temperatura da água, o pH, o regime do curso hídrico (lótico ou lântico), e a quantidade de plantas aquáticas presentes no ambiente.

Outro problema decorrente de lançamentos de efluentes com abundância de matéria orgânica e nutrientes como nitrogênio e fósforo em corpos hídricos é a eutrofização – que consiste na floração de algas e cianobactérias que ficam alojadas próximo à lâmina d'água impedindo a penetração de luz solar, impossibilitando o processo de fotossíntese das plantas submersas, diminuindo a produção e concentração de oxigênio na água, acarretando na morte de organismos aeróbios, alterando todo o ecossistema aquático e tornando aquela água imprópria para o consumo humano e animal.

Sendo assim, a gestão de recursos hídricos se torna de grande importância, uma vez que os múltiplos usos da água devem ser planejados e observados, com a finalidade de propiciar a sustentabilidade ambiental e a qualidade de vida da sociedade (AUGUSTO et al., 2012).

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um estudo prévio em outros trabalhos com o objetivo de selecionar os pontos de coleta das amostras de água, conforme identificação de possíveis lançamentos de esgoto clandestino na rede de drenagem pluvial e outras contribuições de afluentes do Córrego do Sapo, ao longo do trecho selecionado. O trabalho foi desenvolvido conforme a representação esquemática demonstrada na Figura 4.

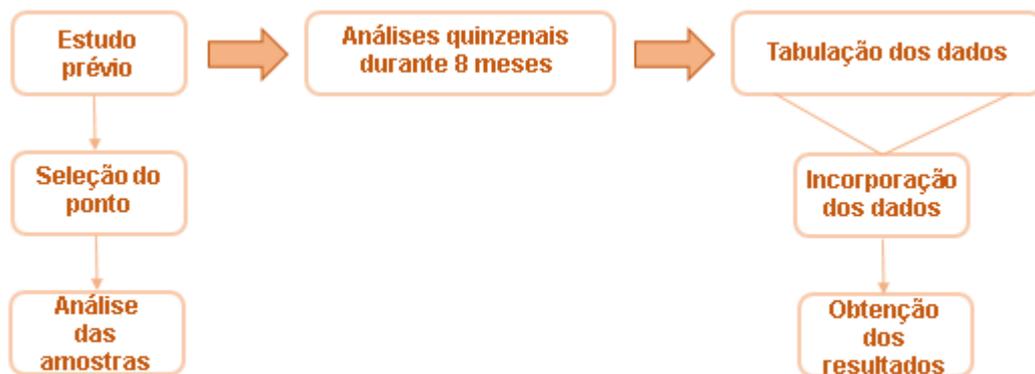


Figura 4. Fluxograma das etapas de desenvolvimento do projeto

Foram feitas análises de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), oxigênio dissolvido (OD), sólidos suspensos (SS), temperatura, pH e medição de vazão em pontos pré-definidos do Córrego do Sapo a cada 15 dias durante os meses de agosto de 2020 à abril de 2021, totalizando 18 coletas de amostras, abrangendo os períodos de seca e chuva. Com isso, foi possível comparar a influência da precipitação na qualidade da água do corpo hídrico. Os valores de precipitação foram obtidos pelo site do INMET (estação meteorológica da UNIRV).

### 5.1 Amostragem

Foram escolhidos 9 pontos ao longo do trecho canalizado do Córrego do Sapo (Figura 5), totalizando uma distância de aproximadamente 6,1 km do ponto inicial ao ponto final de coleta das amostras, como demonstrado na **Tabela 3**. Para a escolha desses pontos, foi feita uma análise prévia de outros trabalhos e escolhidos os pontos que apresentaram contribuições de vazões constantes e valores positivos para demanda química de oxigênio (DQO).

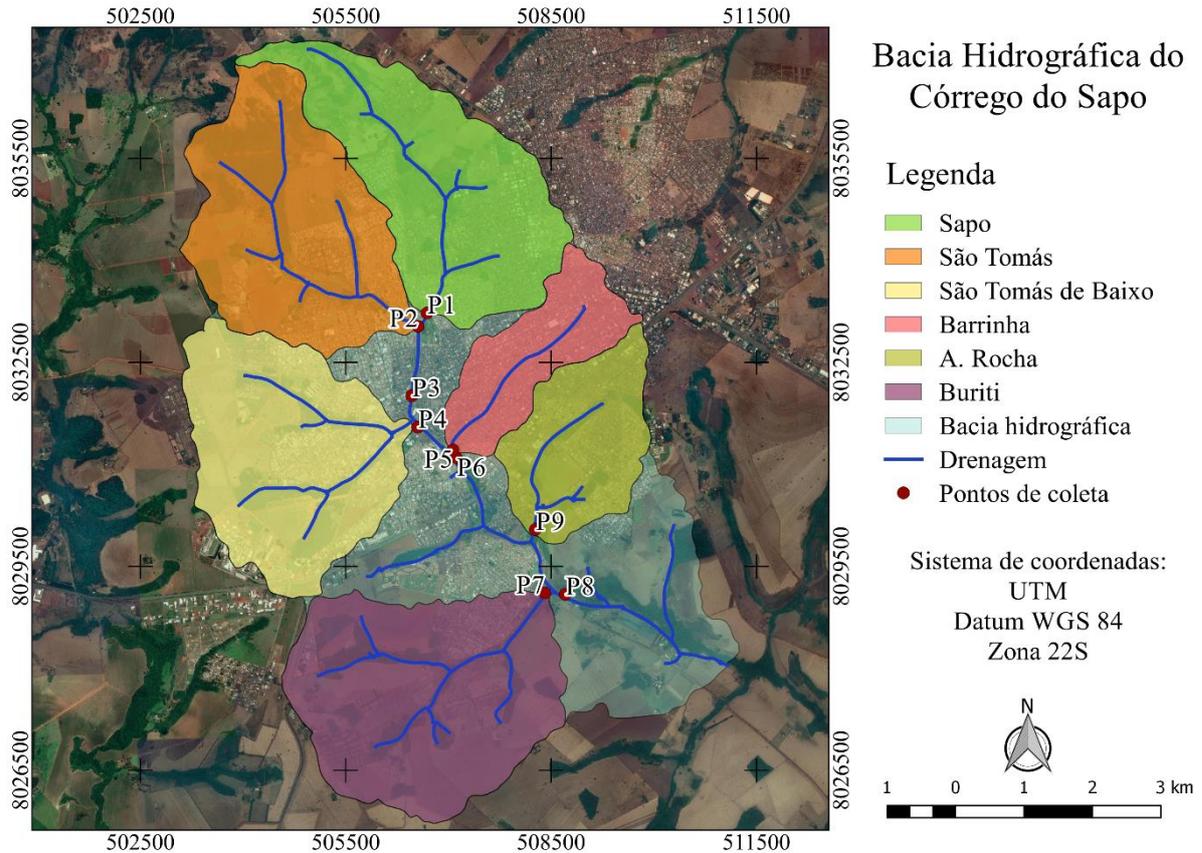


Figura 5. Micro bacias do trecho em estudo.

**Tabela 3.** Caracterização e localização dos pontos de coleta.

Pontos	Latitude	Longitude	Distância (Km)	Local
P1	17°47'19.35"S	50°56'13.92"O	0,000	Córrego do Sapo
P2	17°47'24.56"S	50°56'17.23"O	0,194	São Tomás
P3	17°47'57.76"S	50°56'20.42"O	1,239	Bacia em estudo
P4	17°48'12.91"S	50°56'17.71"O	1,793	São Tomás de Baixo
P5	17°48'23.63"S	50°55'59.88"O	2,411	Córrego Barrinha
P6	17°48'27.48"S	50°55'58.16"O	2,524	Bacia em estudo
P7	17°49'32.06"S	50°55'14.31"O	5,900	Buriti
P8	17°49'33.47"S	50°55'2.49"O	6,100	Exultório da bacia
P9	17°49'1.72"S	50°56'19.03"O	4,896	A. Rocha

## 5.2 Parâmetros analisados

Foram realizadas análises das amostras de água coletadas nos pontos selecionados quinzenalmente durante os meses de agosto de 2020 à abril de 2021, avaliando os parâmetros oxigênio dissolvido (OD), demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos suspensos e pH, de acordo com a metodologia apresentada na Foram

coletados dois litros de amostra de cada ponto para a realização das análises, sendo os parâmetros de DBO e DQO feitos em triplicata.

**Tabela 4.** Foram coletados dois litros de amostra de cada ponto para a realização das análises, sendo os parâmetros de DBO e DQO feitos em triplicata.

**Tabela 4.** Metodologias utilizadas nas análises das amostras de água.

Análises físico-químicas	Códigos das metodologias utilizadas nas análises pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
DBO	5210 B
DQO	5220 B
OD	4500 G
Sólidos suspensos	D e E
Temperatura	4500 B

### 5.2.1 DQO

Para a análise de DQO foram pipetados no tubo de ensaio 2 ml da amostra de água coletada, 1,2 ml de solução digestora ( $K_2Cr_2O_7 / HgSO_4 / H_2SO_4$ ) e 2,8 ml de solução catalítica. Posteriormente, os tubos de ensaio foram fechados, homogeneizados e levados ao bloco digestor à uma temperatura de 150°C por um período de duas horas para ocorrer a oxidação da matéria orgânica carbonácea. Após a digestão das amostras, as mesmas foram submetidas à medição da absorbância no espectrofotômetro com comprimento de onda de 600 nm.

### 5.2.2 Oxigênio Dissolvido e Temperatura

Essas variáveis foram medidas in loco no momento da coleta das amostras, com o medidor multiparâmetro portátil modelo AKSO AK87 calibrado.

### 5.2.3 DBO

Para a análise de DBO as amostras coletadas foram dispostas em um frasco Winkler aferido juntamente com 1 ml da “semente” (esgoto bruto aerado por 24 horas) e água de diluição, e em seguida os frascos foram levados à incubadora à 20°C por 5 dias. A água de diluição é composta por água desmineralizada, tampão de fosfatos, sulfato de magnésio, cloreto de cálcio e cloreto férrico, sendo que para cada 1 litro de água desmineralizada, foi adicionado 1 ml de cada solução supracitada. Após incorporar todos os elementos integrantes da água de diluição, a mesma foi aerada por 1 hora e após 30 minutos de descanso, foi realizada a leitura do OD de 3 amostras da água de diluição e calculou-se a média.

No entanto, como as amostras de água dos pontos foram misturadas com a água de diluição, utilizou-se a fórmula a seguir para encontrar o valor real do OD inicial:

$$OD_{mis} = \frac{V_{H_2O\ dil} * OD_{H_2O\ dil} + V_{amos} * OD_{amos}}{V_{H_2O\ dil} + V_{amos}}$$

Onde:

mis = mistura (amostra + água de diluição);

V= volume;

amos = amostra;

H<sub>2</sub>O dil = água de diluição;

Passados os 5 dias de incubação, foi realizada a leitura do OD com o medidor multiparâmetro calibrado e a diferença entre os valores do OD inicial e o OD aferido após o período do ensaio é o oxigênio consumido.

A proporção água de diluição/amostra variou de acordo com os resultados obtidos na última análise, por exemplo: se o OD final resultasse em um valor muito próximo ao OD inicial, teria que ser feito um ajuste na proporção, aumentando a quantidade de amostra e diminuindo a quantidade de água de diluição. Por outro lado, se o OD final do último ensaio fosse menor que 1,0 mg/l, aumentaria a quantidade de água de diluição. Para leitura do OD foi utilizado um medidor portátil multiparâmetro calibrado.

#### 5.2.4 Sólidos suspensos

O processo experimental para análise dos sólidos suspensos se dá por meio de filtração por bomba à vácuo, onde a água é succionada para o kitassato passando por uma membrana, retendo os sólidos em suspensão da amostra. A metodologia da análise consiste em pesar a membrana limpa, realizar o procedimento de filtragem, esperar a membrana secar e pesar novamente. Subtraiu-se o peso da membrana com os sólidos com o peso da membrana limpa, e obteve-se o resultado. Foram utilizadas 100 ml de amostra para realização das análises.

#### 5.2.5 Vazão

Para determinação da vazão é necessário obter dados do volume de água que percorre uma seção definida dividido por um intervalo de tempo. A velocidade da água é variável, sendo maior no centro e na superfície do rio e menor nas margens e no fundo. Devido a essa variação de velocidade, é necessário medir a vazão em vários pontos da seção com distâncias pré-estabelecidas (subseções). Para obtenção dos dados de velocidade da água, foi utilizado um medidor de vazão adaptado de um fluxímetro modelo medidor de consumo da marca Louchen

ZM. Multiplicando a velocidade pela área da subseção, têm-se a vazão daquele ponto. Para o cálculo da área da subseção, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$A_i = p_i * \left( \frac{(d_{i+1} - d_{i-1})}{2} \right)$$

Onde:

i = vertical considerada;

p = profundidade;

d = distância da vertical até a margem.

Após calcular as vazões das subseções definidas, soma-se os valores e obtêm-se a vazão da seção. Após a coleta de dados, os mesmos foram tabulados e foi realizada a incorporação dos dados.

#### 5.2.6 Análise de uso do solo

Inicialmente realizou-se a delimitação da bacia hidrográfica do Córrego do Sapo e suas respectivas microbacias através da análise das curvas de nível do município de Rio Verde, localizado na região do sudoeste do estado de Goiás, como mostra a Figura 8 2. O arquivo utilizado nesse processo foi o Modelo Digital de Elevação (MDE), disponibilizado de forma gratuita pelo projeto TOPODATA do INPE, com resolução de 30 m.

Após a obtenção da imagem raster, para a realização da delimitação da bacia hidrográfica e suas sub-bacias utilizou-se o software gratuito QGIS, disponível para download no link: [https://www.qgis.org/pt\\_BR/site/](https://www.qgis.org/pt_BR/site/). Para realização desta etapa, utilizou-se o plugin GRASS disponível dentro da plataforma QGIS. Após a obtenção da bacia delimitada, foi possível realizar a caracterização da mesma, por meio da extração de informações utilizando o mesmo software. O ambiente SIG possibilitou a edição dos dados georreferenciados.

Para cumprir o processo de identificação do uso do solo na região, pertencente à bacia hidrográfica de estudo, inicialmente realizou-se a aquisição das imagens do satélite CBERS04-A, obtidas pela Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM), com resolução espacial de 2 m. As imagens escolhidas foram aquelas além de abranger toda a área de estudo no período em que este foi realizado, se encontravam com boa visibilidade e baixa interferência de nuvens. Após a definição das imagens, realizou-se as manipulações necessárias no software gratuito QGIS, obtendo-se dois arquivos relativos aos meses de setembro de 2020 e março de 2021.

No processo de classificação do uso do solo, utilizou-se um complemento do QGIS, o plugin SCP (Semi-Automatic Classification Plugin) para realização da classificação supervisionada dessas imagens dentro do SIG.

#### 5.2.7 Enquadramento dos corpos hídricos

O enquadramento dos corpos hídricos afluentes foi feito em classes, de acordo com a resolução CONAMA 357/2005, adotando um valor médio em cada um dos pontos medidos. Posteriormente, relacionou-se o enquadramento com os usos do solo e da água da bacia hidrográfica.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Vazões e precipitação

Analisou-se a vazão de sete dos nove pontos determinados, sendo seis deles afluentes hídricos do trecho urbano do Córrego do Sapo (P1, P2, P4, P5, P7 e P9) entre agosto de 2020 e abril de 2021 (Figura 6).

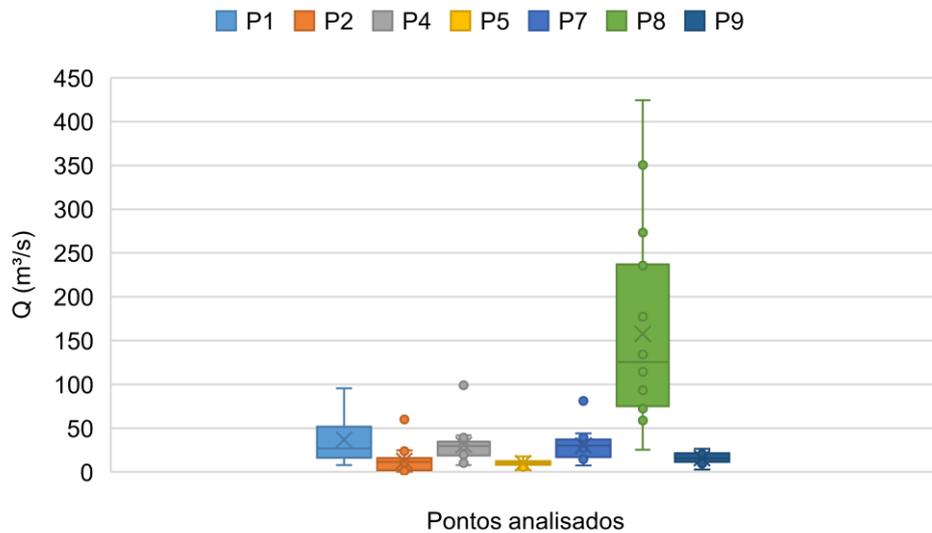


Figura 6. Vazão observada no trecho durante o período analisado.

Como pode ser observado no gráfico, o P8 possui vazão muito superior aos outros pontos, isso se deve ao fato de que esse ponto recebe toda a contribuição de água dos demais, ponto conhecido como exultório da bacia hidrográfica. Constatou-se que o afluente do P1 proveniente da microbacia do Sapo tem vazão maior que os demais afluentes (P2, P4, P5, P7 e P9) na maior parte do tempo.

Os pontos P2, P4, P5, P7 e P9 são afluentes de bacias hidrográficas de menores dimensões, que apresentaram pouca variação nas vazões medidas. É válido ressaltar que as bacias P2 e P4 possuem barragens que regularizam suas vazões, influenciando nos resultados obtidos.

Pode ser observado também que os picos máximos de vazão de todos os pontos são observados nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, variação essa ocasionada pela precipitação constatada no período de coleta de dados, de acordo com dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) que compreendeu os meses de agosto de 2020 à abril de 2021 (Figura 7).

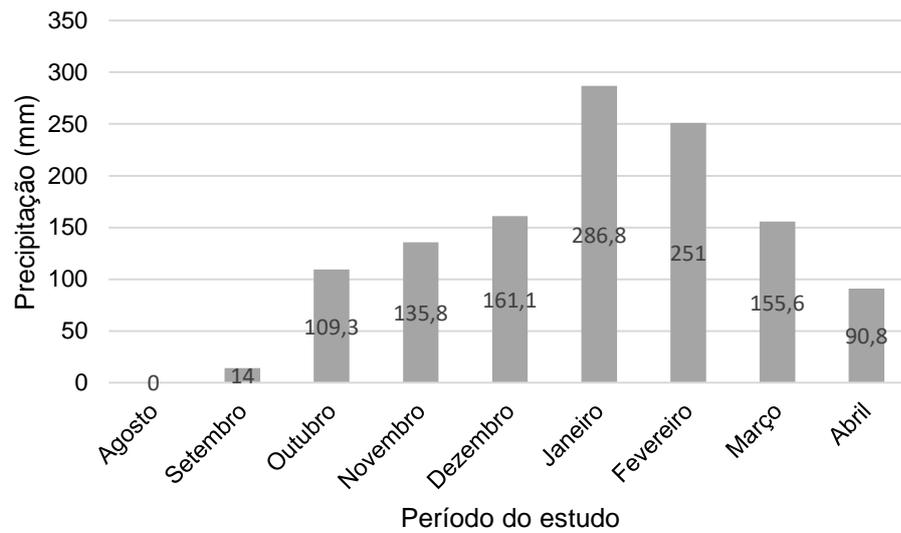


Figura 7. Precipitação mensal acumulada no período do estudo.

As menores vazões mensuradas foram nos meses de agosto, setembro e outubro, coincidentes com o período de estiagem da figura apresentada. Eichenberger et al. (2020) encontrou resultados em seu trabalho que corroboram com os resultados apresentados, verificando que dentro da estação chuvosa, o aumento da quantidade de chuvas tem resposta no regime de vazões.

## 6.2 Qualidade da água

O parâmetro DBO foi analisado em todos os pontos do trecho em estudo, como demonstrado na Figura 8.

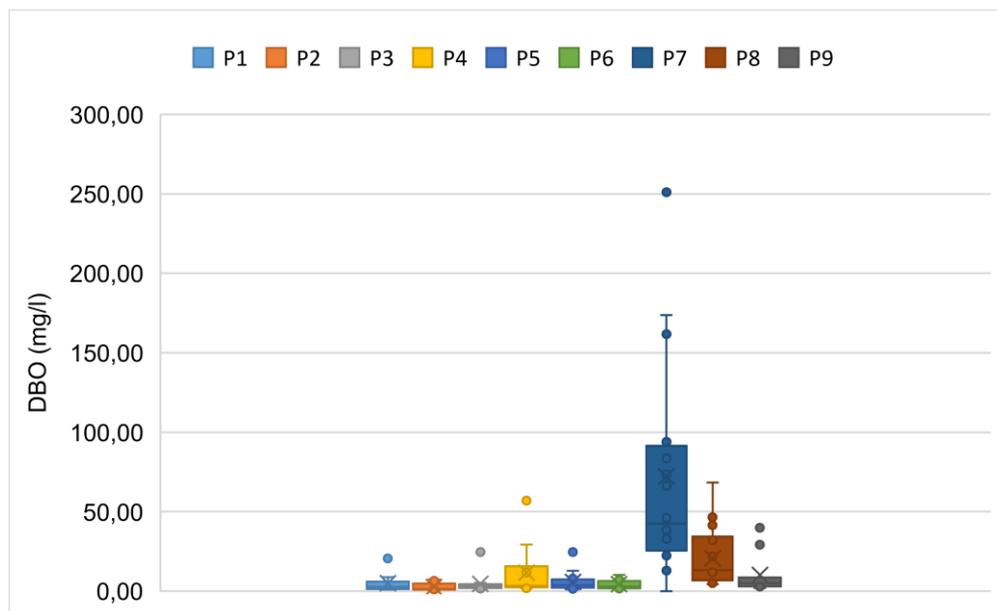


Figura 8. Valores de DBO observados no trecho analisado.

Os valores de DBO dos afluentes P1, P2 se mantiveram em uma faixa de valor bem próxima. O P3 também acompanhou essa faixa, demonstrando que nesse trecho (P1 ao P3) não há contribuição de carga orgânica, visto que esse ponto é formado através da acumulação das contribuições dos pontos anteriores. O trecho P3 é formado pela união das duas contribuições anteriores, mas como o P1 apresenta maiores valores de vazão, sendo natural que os resultados observados nas análises do trecho estejam associados a esse afluente.

Como já salientado o uso e ocupação do solo da microbacia influencia diretamente na qualidade das águas dos corpos hídricos aflorados. Observou-se que na microbacia do ponto P1 há predominância de vegetação (56,65%), uma parcela significativa de solo impermeável (28,16%) e o remanescente na forma de solo exposto (15,19%). O afluente P2 possui uso e ocupação de solo compatível com o afluente P1, sendo 69,45% de vegetação, 17,37% de solo impermeável e 15,19% de solo exposto. O uso e ocupação do solo desses afluentes podem ser observados na Figura 9 e na Figura 10, respectivamente.

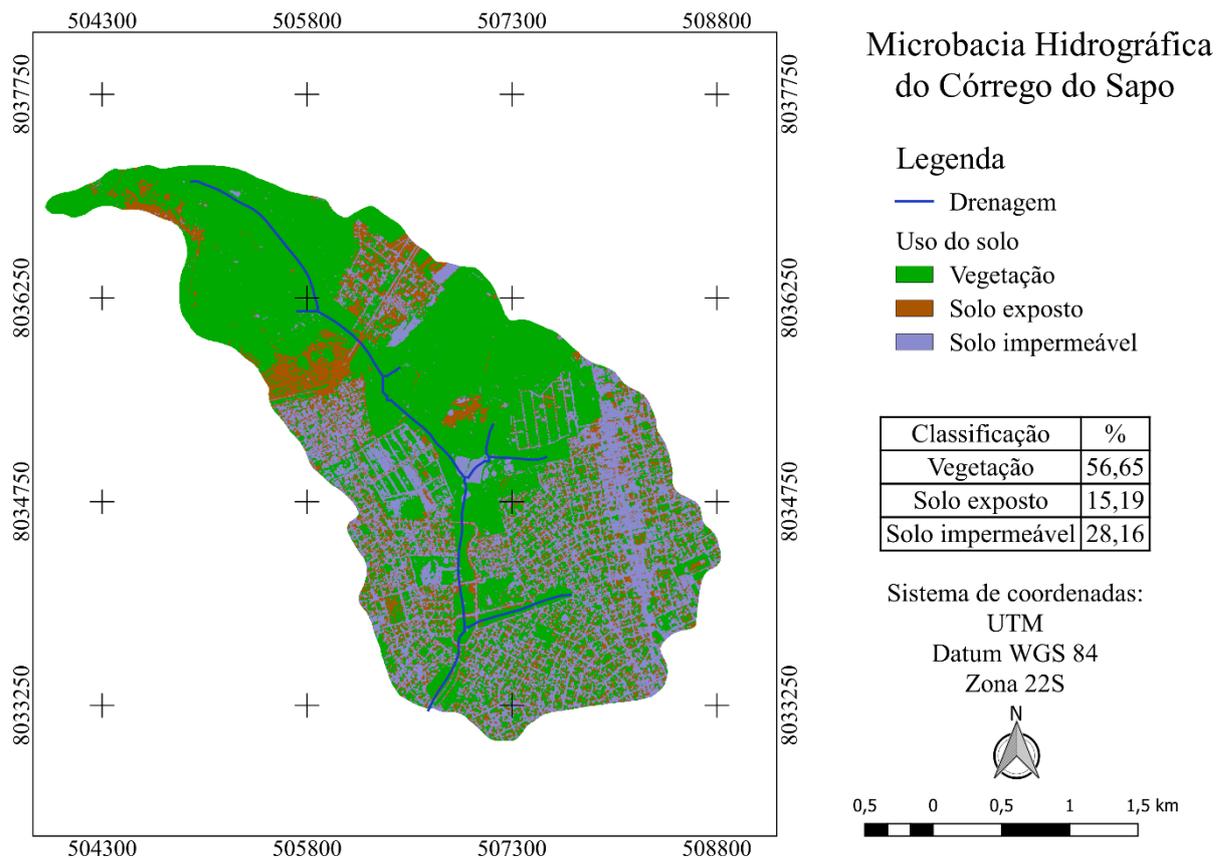


Figura 9. Classificação do uso do solo da microbacia do Ponto P1.

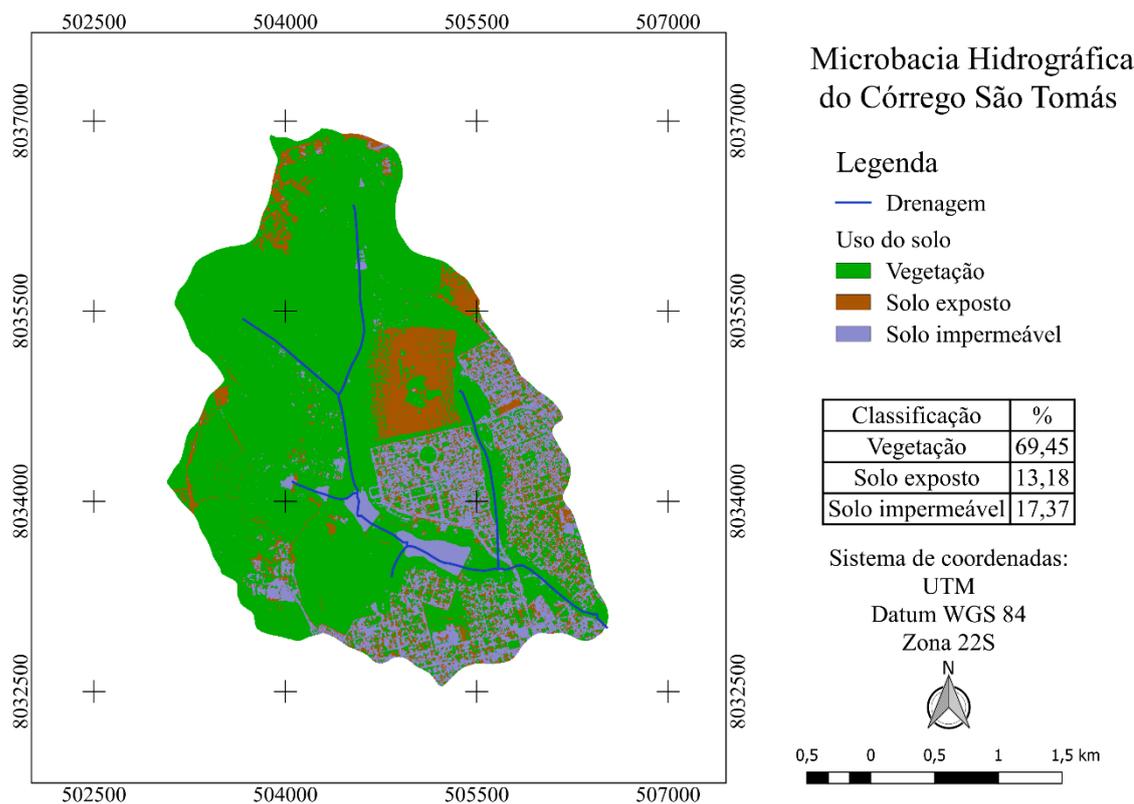


Figura 10. Classificação do uso do solo da microbacia do Ponto P2.

Já o afluente P4 (microbacia São Tomaz de Baixo) apresenta valores de DBO mais elevados que o ponto P3, devido ao fato de que nesse afluente há lançamentos de efluente da COMIGO e da barragem do clube Campestre, promovendo a eutrofização e elevação de DBO no corpo hídrico em determinadas épocas do ano. O afluente P5 (microbacia Barrinha) também apresenta resultados de DBO parecidos com os afluentes anteriores ao P4, reforçando a influência dos despejos de cargas orgânicas no afluente P4. Observa-se também que no P6 (que corresponde à mistura das contribuições anteriores) há a atenuação dos valores de DBO. A falta de influência do P4 nos valores de DBO do trecho P6 se dá pela baixa vazão do afluente.

Pode ser observado também que o afluente P4 apresentou uma faixa de valor de inferior para o parâmetro OD e superior para o parâmetro DBO quando comparado aos demais afluentes (exceto P7). Considerando que esse afluente corresponde apenas à rede de drenagem da microbacia São Tomás de Baixo, é necessário investigar as intervenções realizadas na região.

Na Figura 11 é apresentado o uso e ocupação do solo do afluente P4, que segue com as mesmas proporções das microbacias anteriores, tendo em sua maior parte vegetação (57,91%), seguido de solo impermeável (23,24%) e solo exposto (18,85%). Fato esse que difere do afluente da microbacia do ponto P5 (Figura 12), que é composta por, em ordem de proporção, solo impermeável (54,95%), vegetação (27,84%) e solo exposto (17,21%).

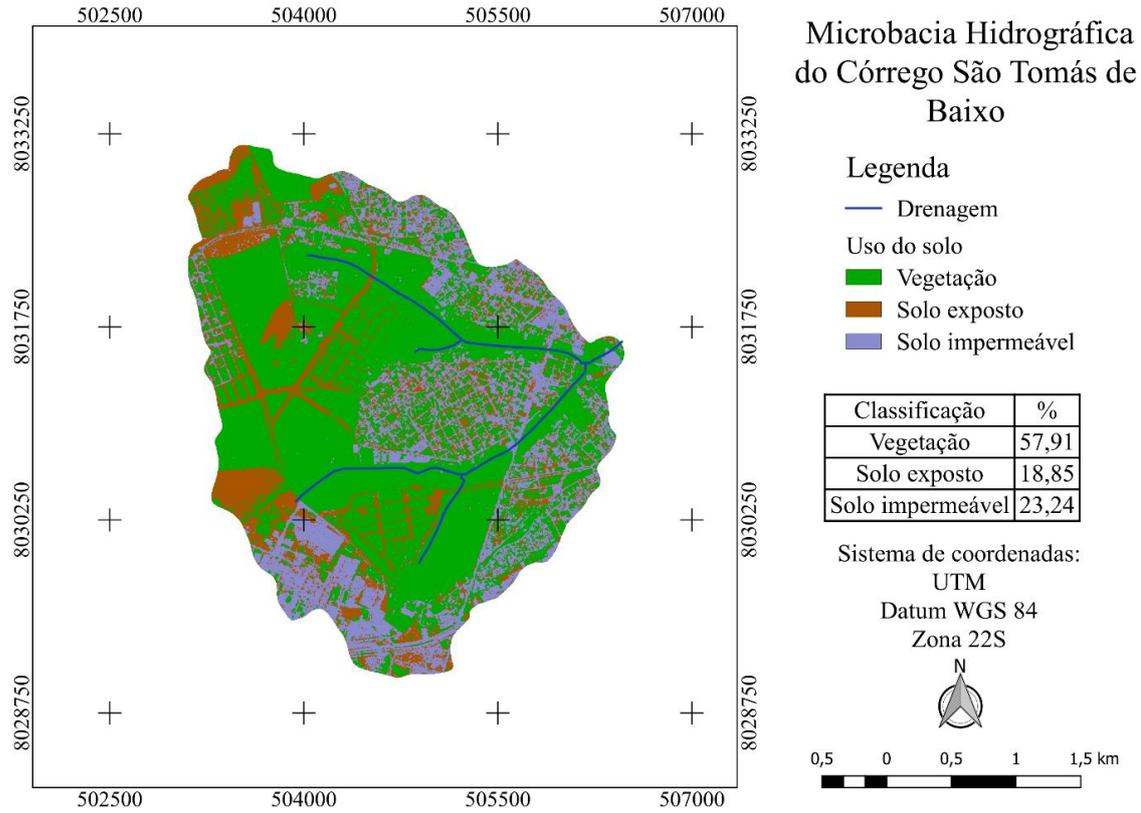


Figura 11. Classificação do uso do solo da microbacia do Ponto P4.

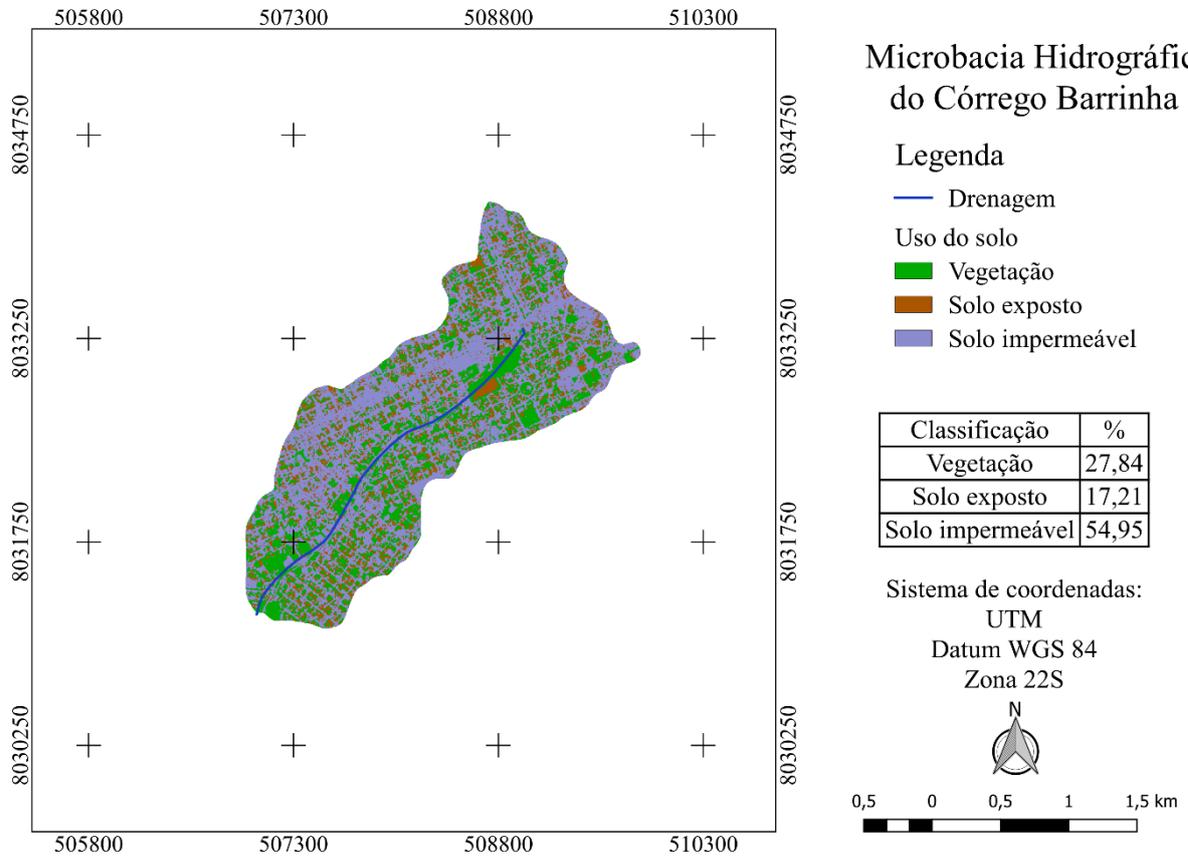


Figura 12. Classificação do uso do solo da microbacia do Ponto P5.

O próximo afluente a ser contabilizado no trecho é correspondente ao P9 micro bacia A Rocha, que tem valores de DBO próximo aos afluentes P1, P2 e P5. As redes de drenagem dos afluentes P5 e P9 estão localizadas no perímetro urbano, sendo a classificação do uso do solo similar (majoritariamente solo impermeável) se acordo com a Figura 13, os resultados obtidos para o parâmetro DBO foram similares entre os dois pontos. As duas microbacias possuem usos similares, sendo cercadas pela mancha da urbanização, susceptíveis a despejos clandestinos de efluentes, arraste de sólidos e resíduos.

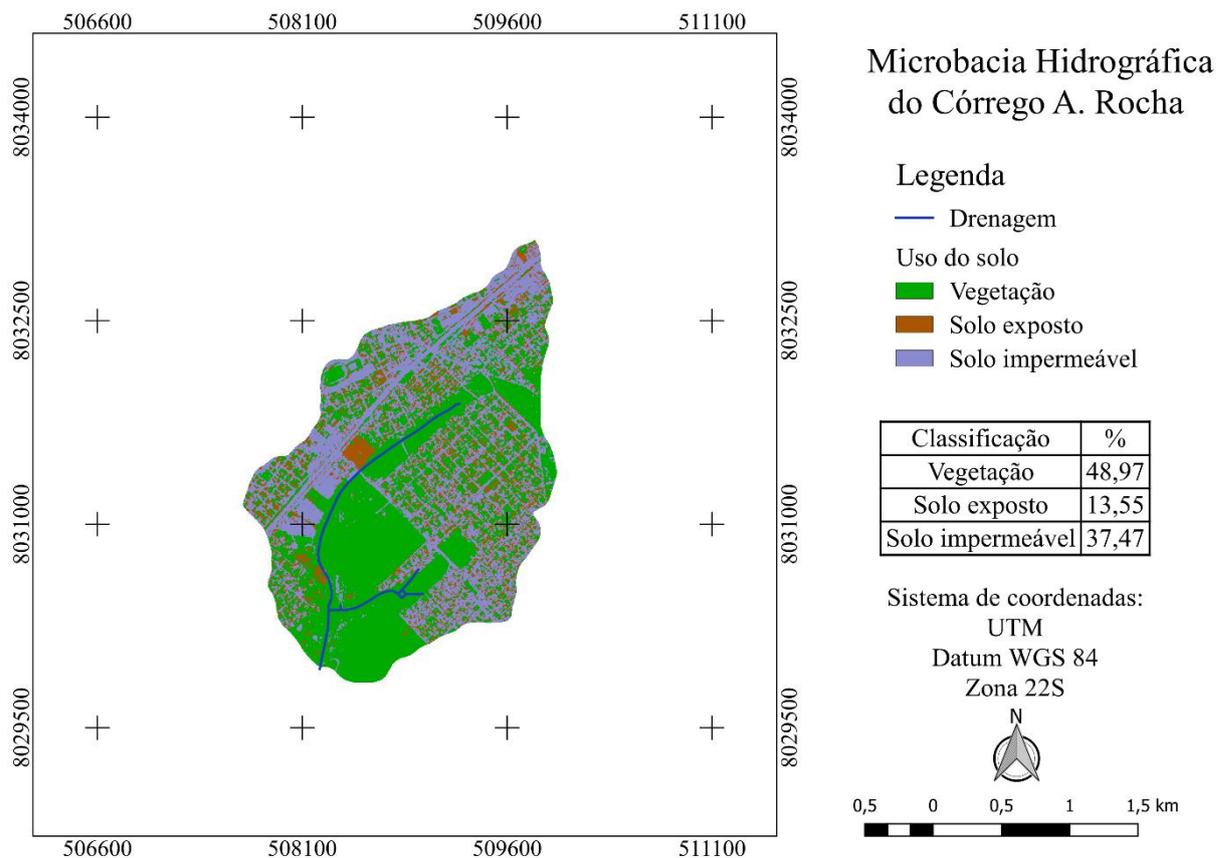


Figura 13. Classificação do uso do solo da microbacia do Ponto P9.

O P7 apresenta discrepância significativa dos demais pontos observados, e isso se deve ao fato de que esse ponto recebe efluente clandestino sanitário e industrial (de laticínios) com tratamento ineficiente, como demonstrado na Figura 14. O afluente P7, pertencente à microbacia do Buriti tem suas características comprometidas, devido ao lançamento de cargas orgânicas. A classificação do uso do solo dessa microbacia é constituída por solo impermeável (7,36%), solo exposto (25,69%) e vegetação (66,95%), conforme Figura 15.



Figura 14. Ponto 7 do trecho analisado.

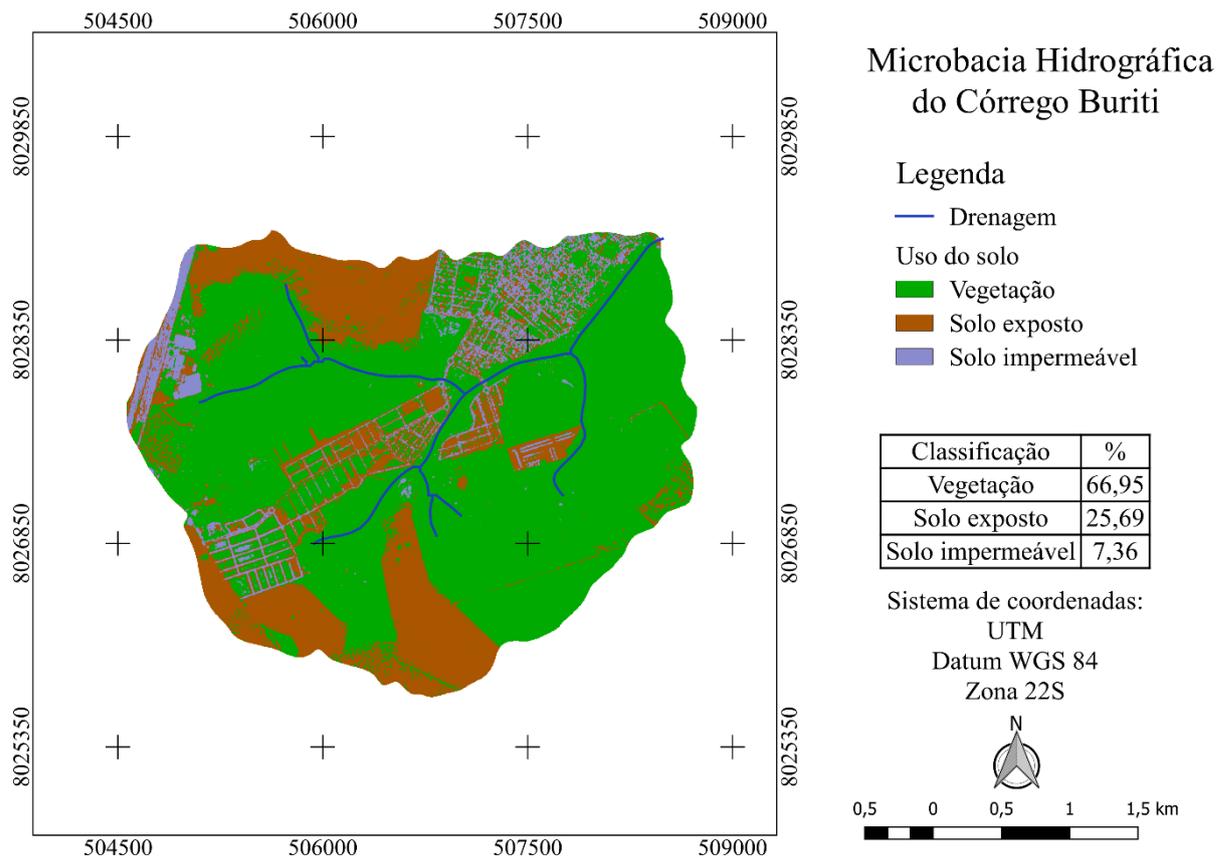


Figura 15. Classificação do uso do solo da microbacia do Ponto P7.

O P8 é o último ponto do trecho, recebendo todas as contribuições dos demais pontos. Localizado à 200 metros do ponto P7, os valores de DBO desse ponto mesmo que ainda elevados tem uma baixa significativa quando comparados aos valores de DBO do ponto antecedente (P7), devido a diluição das concentrações pelo volume de água.

Bega et al. (2021) também afirma em seu trabalho que o fato do canal receptor apresentar um volume de água maior que a contribuição anterior, a diluição conseqüentemente minimiza o impacto da poluição. Na Figura 16 pode-se observar o ponto de mistura do afluente P7 (micro bacia Buriti) com as demais contribuições (P8).



Figura 16. Identificação do ponto de mistura do P7 com o Córrego do Sapo.

É válido evidenciar a influência da precipitação na qualidade da água, analisando o parâmetro DBO. Os menores valores encontrados durante o estudo para os afluentes P1, P2, P4, P5, P7 e P9 foram no intervalo de 09/01 a 06/02, período esse em que se obteve os maiores índices de precipitação acumulada de todo o tempo de estudo. Soares et al. (2019) encontraram resultados similares ao comparar índices de qualidade da água sob influência da precipitação, onde os valores encontrados para  $DBO_{5,20}$  começaram a diminuir com o período chuvoso e aumentaram com a aproximação do período de diminuição das chuvas.

Os valores encontrados de OD estão apresentados na Figura 17. As maiores concentrações de OD foram observadas no ponto P5 afluente da microbacia do Barrinha. Infere-se como causa principal desse efeito a turbulência do escoamento, devido as pequenas quedas (escadas) presentes ao longo do trecho, como demonstrado na Figura 18.

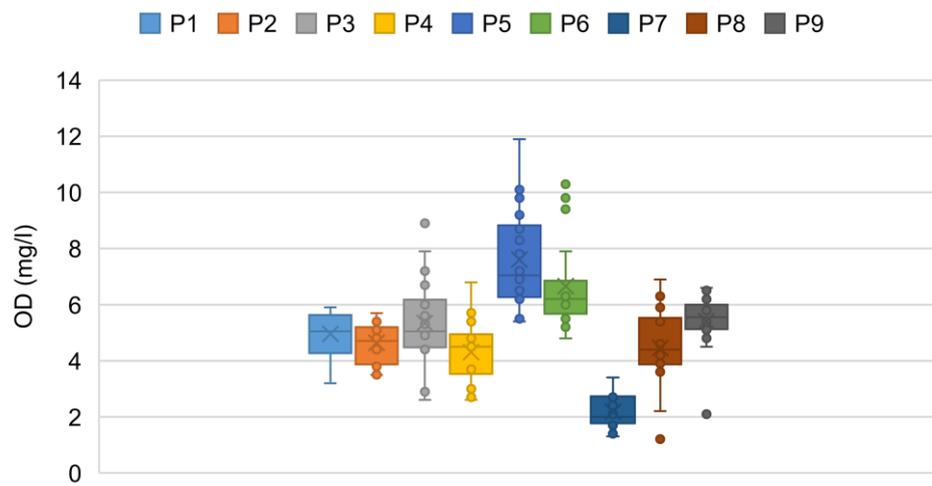


Figura 17. Valores de OD observados durante o estudo.



Figura 18. Ponto 05 de coleta das amostras de água.

Outros autores também citam em seus trabalhos que mesmo quando os teores de DBO são elevados, outros fatores como a incidência de radiação solar, o volume do corpo d'água, a

velocidade do fluido, a turbulência do escoamento e a lâmina do canal intervêm na concentração de OD (SALLAM & ELSAYED, 2018; MANDAL et al. 2012; BEGA, et al. 2021). Destaca-se que a lâmina d'água do Córrego Barrinha também é muito baixa (menor que 10 cm), facilitando ainda mais a entrada de OD nesse trecho.

No ponto P7 foram observados os menores índices de OD, variado de 2 a 2,7 mg/l em 75% do tempo do estudo, reafirmando que há a contribuição de cargas orgânicas na forma de despejos clandestinos de esgoto sanitário e efluente industrial com tratamento ineficaz. Lippert (2014) atesta que águas poluídas por esgotos apresentam baixas concentrações de OD em consequência da decomposição da matéria orgânica. Os afluentes P1, P2 e P9 possuem o mesmo comportamento de variação da faixa de OD na maioria do tempo, entre 5 e 6 mg/l. Os valores de OD encontrados para o P4 são menores quando comparados aos demais afluentes (exceto o P7), fato explicado pelo lançamento de efluente líquido tratado pela COMIGO e um barramento que altera o regime de vazões, prejudicando a reoxigenação natural do corpo hídrico, promovendo a eutrofização e consequentemente a redução dos níveis de OD.

O parâmetro DQO apresentou comportamento inversamente proporcional ao OD, como evidenciado na Figura 19. De modo geral, os afluentes P1, P2, P5 e P9 apresentaram similaridade, estando dentro da mesma faixa de valor (entre 100 e 150 mg/l). Nota-se que o ponto P7 (que expressou os menores valores de OD) apresentou os maiores valores de DQO do trecho.

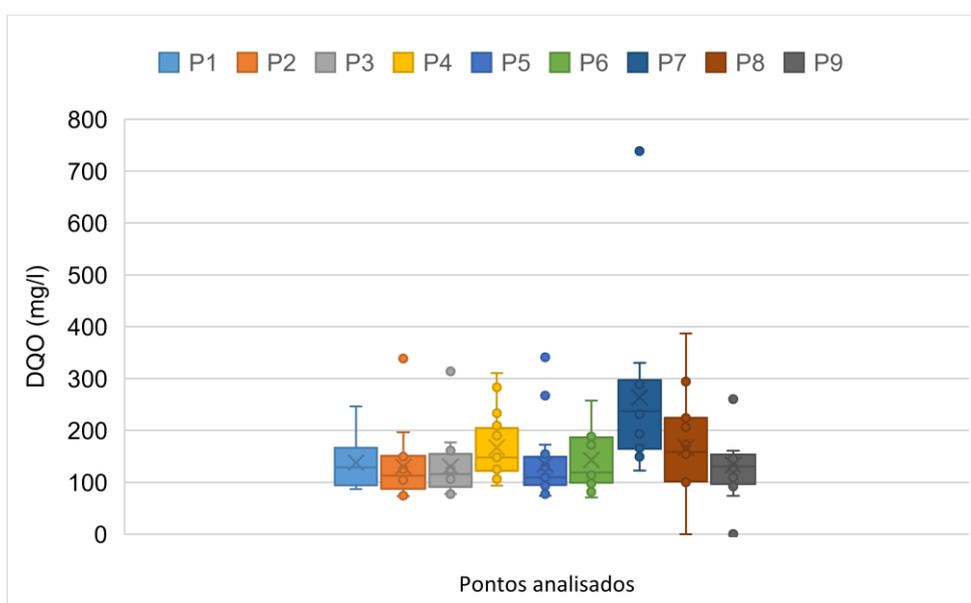


Figura 19. Valores de DQO observados no período analisado.

De forma geral, os valores de DQO encontrados se mantiveram constantes ao longo do trecho, variando apenas após a contribuição do ponto P7, que, como citado anteriormente, recebe contribuições irregulares de efluente.

A resolução CONAMA 357/2005 não estabelece limite para Demanda Química de Oxigênio, no entanto, segundo Von Sperling (2014), os valores de DQO para esgotos domésticos giram em torno de 600 mg/l. A DQO mensura a matéria orgânica biodegradável e não biodegradável, muitas vezes associada ao lançamento de efluentes líquidos industriais. Esse fato pode estar associado ao P4 e P7, já que são locais que recebem efluentes industriais com tratamento ineficiente e são os afluentes com os maiores valores de DQO observados.

Comportamento diferente dos dados foi observado para o parâmetro SS (Figura 20), onde os afluentes P1, P2 e o trecho P3 apresentam valores similares com médias variando entre 7 e 10 mg/l. Os pontos P5 e P9 também obtiveram comportamento semelhante, com médias entre 21 e 22 mg/l. Os afluentes P4 e P7 destacaram-se pelo aumento na concentração de SS, com médias de 34,15 e 72,93 mg/l respectivamente. Esse resultado já era esperando para o afluente P7, uma vez que a contribuição desse ponto era bem turva.

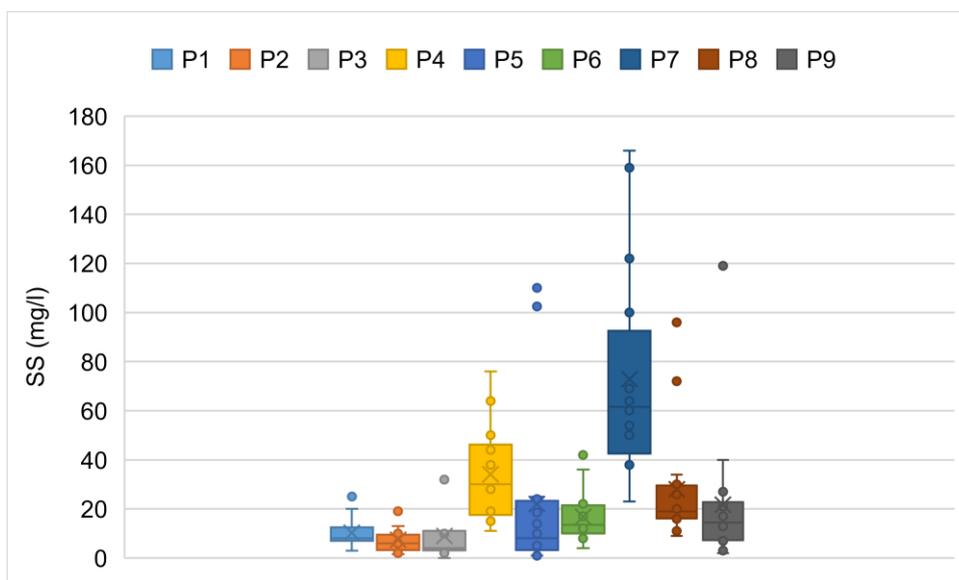


Figura 20. Valores de SS observados no período analisado.

O parâmetro SS está associado à matéria orgânica presente naquela determinada amostra, e observando a figura acima constata-se maiores valores para os afluentes P4 e P7 que, como citado anteriormente, são objetos de lançamento de efluentes industriais com tratamento inadequado, recebendo altas cargas orgânicas, influenciando diretamente no parâmetro analisado.

De modo geral, os afluentes P1 e P2 correspondentes as microbacias do Sapo e São Tomaz tem comportamentos semelhantes analisando os parâmetros OD, DBO, DQO e SS.

Sabendo que a qualidade da água é influenciada pelo uso e ocupação do solo, ao analisar as imagens de satélite das regiões onde estão localizadas essas microbacias, constatou-se classificações semelhantes, com parcelas significativas de vegetação.

### 6.3 Enquadramento do trecho

A Figura 21 demonstra o enquadramento do trecho em estudo de acordo com o parâmetro DBO disposto na resolução CONAMA 357/2005.

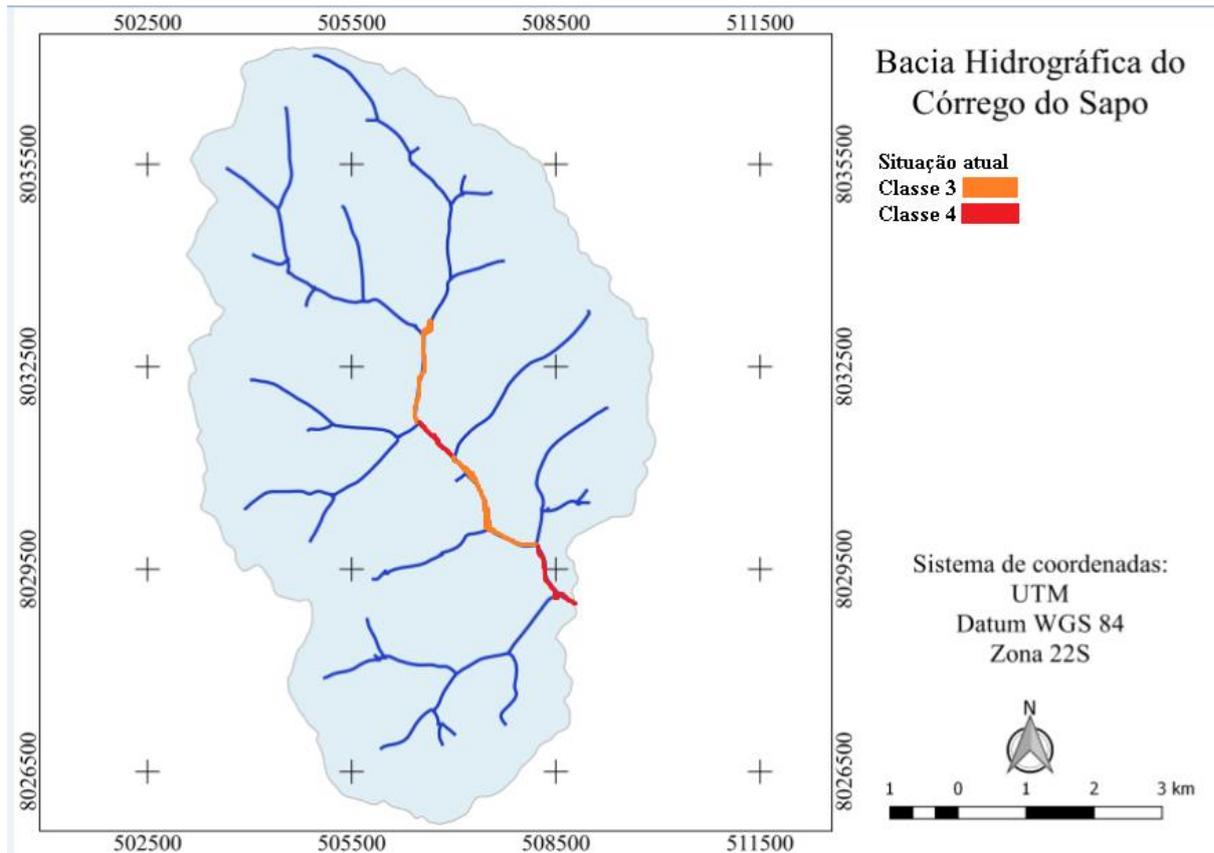


Figura 21. Enquadramento em classes do trecho em estudo.

O afluente P1, caracterizando a microbacia do Sapo enquadrou-se como classe 2 e 3 em 55,5 e 44,4% do tempo de estudo, respectivamente, observando o parâmetro OD. No entanto, analisando o parâmetro DBO, esse corpo hídrico enquadra como classe 3 e 4.

O afluente P2 representando a microbacia São Tomás, quando observado o parâmetro OD, enquadrou-se como classe 2, 3 e 4 em 44,4, 27,7 e 27,7% do tempo de estudo, respectivamente. Mas, observando o parâmetro DBO, esse afluente se enquadrou como classe 1 no período de maior precipitação e classe 3 nos períodos de seca.

Tipificando a microbacia São Tomás de Baixo, o afluente P4 se enquadrou como classe 2, 3 e 4 em 16,6, 33,3 e 44,4% do período observado, considerando o parâmetro OD. Ao

observar o parâmetro DBO no período de agosto a dezembro, o corpo hídrico se enquadrou como classe 4. À partir de janeiro até abril, enquadrou-se como classe 2.

Considerando a microbacia Barrinha e observando o parâmetro OD, o afluente P5 se enquadrou como classe 1 e 2 em 83,3 e 16,6% do período analisado. Observando os valores de DBO, afluente em questão se enquadra como classe 3 ou 4 de agosto a novembro, e como classe 1 ou 2 de dezembro a abril, mostrando que o regime de chuvas influenciou o parâmetro observado.

Observando a microbacia A. Rocha (P9) ao considerar o parâmetro OD, o afluente é classificado como classe 1 e 2 por 18,75 e 62,25% do tempo observado, e como classe 3 e 4 por 12,5 e 6,25% do tempo, respectivamente. Analisando dos dados do parâmetro DBO, observou-se também a influência do período de precipitação, onde o afluente enquadra-se como classe 1 e 2 nos períodos chuvosos e como 3 e 4 no período seco.

Para o P7, afluente da microbacia Buriti, não houve influência da precipitação no enquadramento do corpo hídrico, porque mesmo havendo a diminuição dos valores de DBO no período chuvoso ele ainda se enquadra como classe 4, devido aos altos índices encontrados. As mesmas considerações são válidas para o parâmetro OD.

Araújo et al. (2017) também encontraram resultados semelhantes onde a concentração de OD de um dos pontos está abaixo do permitido na legislação, sendo esse fato justificado pela localização do ponto, que está dentro do trecho urbano.

Utilizando o parâmetro DBO para o enquadramento do Córrego do Sapo, identificou-se que 61,05% do corpo hídrico em estudo enquadra-se como classe 3 e 38,95% enquadra-se como classe 4, baseando-se na resolução CONAMA 357/2005. Na resolução, amostras com valores de DBO acima de 10 mg/l podem ser enquadradas como classe 3 ou 4, e para fazer a diferenciação entre as duas classes utilizou-se o parâmetro OD. O enquadramento foi feito no período de estiagem, visto que as chuvas tem grande influência nos resultados de DBO.

Como observado acima, enquadramento do trecho em estudo, de acordo com a CONAMA 357/2005, é predominantemente classe 3 e 4, podendo ser utilizado apenas para fins paisagísticos e de navegação, sendo esse último impraticável devido a vazão do corpo hídrico.

Mesmo que o enquadramento do corpo hídrico em estudo limite seus usos a irrigação de algumas espécies (arbóreas, cerealíferas e forrageiras), dessedentação animal e paisagismo, alguns trechos são utilizados para outras finalidades. As águas do ponto P2 são utilizadas para irrigação de hortaliças, e verificou-se também durante o estudo as atividades de pesca nos pontos P4 e P5, sendo todas essas atividades inapropriadas para a classe enquadrada desses corpos hídricos.

Sendo assim, é necessário um gerenciamento que possibilite melhorias na qualidade da água desses trechos pelos órgãos responsáveis (nesse caso, a Agência Municipal de Regulação dos Serviços de Água e Esgoto - AMAE), diminuindo sua classificação e proporcionando usos múltiplos desses corpos hídricos adequadamente.

As sugestões propostas para recuperar a qualidade da água desses giram em torno de fiscalizar os lançamentos de efluentes e tomar medidas cabíveis mediante à essas ações, e investigar outros fatores que também contribuem com a poluição dos afluentes. Outra medida que tem grande influência na qualidade das águas de cursos hídricos que atravessam perímetros urbanos é a educação ambiental. Mas essa medida ainda levará tempo para influenciar nessas questões, pois essa prática ainda precisa ser estruturalmente difundida na sociedade brasileira.

## **7 CONCLUSÃO**

Ao fazer a avaliação da qualidade da água constatou-se que o enquadramento do trecho se deu como classe 3 e 4, com usos limitados a irrigação de algumas espécies vegetais, dessedentação animal e paisagismo.

Foram observadas fontes de poluição urbana influenciando na qualidade das águas dos corpos hídricos receptores, como despejo de efluentes industriais sem o tratamento adequado, fato evidenciando nos pontos P4 e P7.

A presente pesquisa explicita a necessidade de monitoramento desses corpos hídricos para a detecção das fontes de poluição de seus afluentes e para a gestão desses recursos, no intuito de melhorar a qualidade das águas e possibilitar os demais usos dos mesmos.

## 8 REFERÊNCIAS

- ALVES, W. S.; SCOPEL, I.; MARTINS, A. P.; MORAIS, W. A. Análise morfométrica da bacia do Ribeirão das Abóboras - Rio Verde (GO). **Geociências**, v. 35, n. 4, p.652-667, 2016.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, Indicadores de qualidade - Índice de qualidade da água. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/qualidade-da-agua/indicadores-de-qualidade>. Acesso em: 16/05/2019.
- AUGUSTO, L.G. et al. O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. **Ciênc. saúde coletiva**; 17(6): 1511-1522, 2012.
- BEGA, J. M., OLIVEIRA, J. N., ALBERTIN, L. L., ISIQUE, W. D. Uso da cafeína como indicador de poluição por esgoto doméstico em corpos d'água urbanos. **Eng Sanit Ambient**, v.26, n.2, 381-388, mar/abr 2021.
- EICHENBERGER A. M. R., SOUZA, T. S., NASCIMENTO, P. S. Tendencia y correlación de lo flujo y de la precipitación en el Municipio de Valença – BA. **Geofronter**, Campo Grande, v. 6, p. 01-20, 2020.
- FORMENTINI, T. A. **Coefficientes de desoxigenação e reaeração superficial em trechos do Rio Vacacaí Mirim**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.
- GOMES, S. H. R.; GUEDES, H. A. S.; SIQUEIRA, T. M.; CORRÊA, L. B.; ANDREAZZA, R.; HÜFFNER, A. N. Seasonal modeling of water quality in Sinos River/RS using the QUAL-UFMG model. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 23, n. 2, p. 275-285, 2018.
- GUEDES, A. F.; TAVARES, L. N.; MARQUES, M. N. N.; MOURA, S. P.; SOUSA, M. N. A. Tratamento da água na prevenção de doenças de veiculação hídrica. **Journal of Medicine and Helth Promotion**, v. 2, n. 1, p. 452-461, 2017.
- JESUS, J. A. O. **Utilização de modelagem matemática 3D na gestão da qualidade da água em mananciais-aplicação no Reservatório Billings**. 2006. 137 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- LIPPERT, M. **Estrutura e dinâmica da comunidade do protoplâncton de um córrego urbano de uma área de preservação ambiental**. Tese (Doutorado em Biologia das Interações Orgânicas) – Universidade Estadual de Maringá UEM, Maringá, PR, 2014.
- MANDAL, S.; DEBNATH, M.; RAY, S.; GHOSH, P.B.; ROY, M.; RAY, S. Dynamic modelling of dissolved oxygen in the creeks of Sagar island., Hooghly-Matla estuarine system, West Bengal, India. **Applied Mathematical Modelling**, v. 36, n. 12, p. 5952-5963, 2012.

MATEUS, M. V.; GONÇALVES, J. C. S. I.; LOPES JÚNIOR, G. B.; OKURA, M. H. Análise de incerteza e modelagem de qualidade da água do Rio Uberaba. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, n. 37, p. 1-15, 2015.

RODRIGUES, A. L.; LEAL, L. V. M. Outorga e cobrança pelo uso dos recursos hídricos como instrumentos de gestão da bacia hidrográfica do Rio Paranaíba. **Revista de Direito**, v. 11, n. 1, p. 61-101, 2019.

SALLAM, G.A.H.; ELSAYED, E.A. Estimating relations between temperature, relative humidity as independent variables and selected water quality parameters in Lake Manzala, Egypt. **Ain Shams Engineering Journal**, v. 9, n.1, p. 1-14, 2018.

SOARES, R. D. B.; CRUZ, R. W. L.; SILVA, C. E. A influência da precipitação na variabilidade da qualidade da água do rio Parnaíba. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 5, n. 9, p. 16643-16672, sep. 2019.

TERCINI, J. R. B. **Modelagem da qualidade da água integrando rio e reservatório**. 2014. 111 f. Dissertação (mestrado em Ciências) – Escola politécnica da universidade de São Paulo, departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, São Paulo, 2014.

TREVISAN, A. B. **Estudos e modelagem da qualidade da água do Rio Papaquara**. 2011. Dissertação (mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

VON SPERLING, M. 2005. “Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos”. Vol. 1, 3ª . edição, DESA, Ed. UFMG.

VON SPERLING, M. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios – 2ª Ed. – Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.

VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014. 470 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; v.1). ISBN 9788542300536.