



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

CATIA PRAXSNISKI

**ANÁLISE E CARACTERIZAÇÃO DE CORPOS D'ÁGUA NA BACIA DO RIO DO
CRAVO.**

Erechim

CATIA PRAXSNISKI

**ANÁLISE E CARACTERIZAÇÃO DE CORPOS D'ÁGUA NA BACIA DO RIO DO
CRAVO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador: Prof. Dr. Liérson Borges de Castro

Coorientador: Dr. Bruno Zucuni Prina

Erechim
2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

, Catia Praxsniski
ANÁLISE DE ÁGUA E CARACTERIZAÇÃO DE CORPOS D'ÁGUA NA
BACIA DO RIO DO CRAVO / Catia Praxsniski . -- 2023.
68 f.

Orientador: Doutor Liérson Borges de Castro
Co-orientador: Doutor Bruno Zucuni Prina
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária,
Erechim,RS, 2023.

I. , Liérson Borges de Castro, orient. II. Prina,
Bruno Zucuni, co-orient. III. Universidade Federal da
Fronteira Sul. IV. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

CATIA PRAXSNISKI

**ANÁLISE E CARACTERIZAÇÃO DE CORPOS D'ÁGUA NA BACIA DO RIO DO
CRAVO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 13/11/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Liérson Borges de Castro - UFFS
Orientador

Dr. Bruno Zucuni Prina - UFFS
Coorientador

Prof.^a Dr.^a Helen Treichel – UFFS
Avaliador

Prof.^a Dr.^a Marília Teresinha Hartmann – UFFS
Avaliador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por mais esta etapa concluída e por estar sempre presente ao meu lado nos momentos mais delicados, me iluminando, me dando força e sabedoria.

Meu agradecimento em especial aos meus orientadores Prof. Dr. Liérson Borges de Castro e Dr. Bruno Zucuni Prina, por toda orientação, auxílio, apoio, empenho, disponibilidade e paciência que ambos tiveram comigo.

Agradeço em especial a Prof.^a Dr.^a Helen Treichel, por todo o apoio e auxílio no decorrer da disciplina, minha gratidão também a Prof.^a Dr.^a Marília Teresinha Hartmann e ao Prof. Dr. Pedro Germano Murara, por terem aceitado o meu convite para banca avaliadora, minha eterna gratidão a todos os professores pelo conhecimento passado, no decorrer da graduação.

Sou muito grata ao meu melhor amigo, o meu primo Ronei Cesar Pratzniski Jr, que me levou e acompanhou nas coletas e sempre esteve comigo nos bons e maus momentos.

Quero agradecer em especial a minha amiga, Mestranda Inete Cleide Bau, primeiramente pela amizade, seguido do apoio nas coletas e pelas horas que passou comigo me auxiliando nos experimentos realizados no laboratório.

Meus agradecimentos aos meus familiares, em especial minha madrinha Marli Grando, meu padrinho Leonir Grando, minha tia Marlene Pratzniski e meu tio Ronei Pratzniski pelo apoio emocional e os momentos de lazer proporcionados nos momentos de tensão da graduação, agradeço a minha mãe Clarice M.Q. Praxsniski e o meu pai Tarcisio Praxsniski, pelo apoio financeiro e ao meu irmão Thiago Praxsniski.

Agradeço a todos os amigos que fiz no decorrer da graduação, que sempre se fizeram presentes nos momentos mais difíceis. Em especial a Aline Kelb, Aline Pansera, Cláudio R. de Souza, Inete Cleide Bau, Marilei Goroncy, Renan Tonatto Mariano, Stephanie Toussaint e Taís R. Souza, que sempre vou levar comigo na memória os momentos que vivenciamos.

A todos os amigos que não fizeram parte da graduação, mas mesmo longe, sempre estiveram presentes, me apoiando emocionalmente, nos momentos difíceis. Em especial Adriana Fantinel Bettio, Maria Elisabeth Soares (in memoriam) e a minha vó adotada do coração Gladis Torino.

ANÁLISE DE ÁGUA E CARACTERIZAÇÃO DE CORPOS D'ÁGUA NA BACIA DO RIO DO CRAVO.

ANALYSIS AND CHARACTERIZATION OF WATER BODIES IN THE CRAVO.

Resumo

O presente estudo foi desenvolvido na Bacia do Rio do Cravo, em região a montante do ponto de captação emergencial de água para abastecimento em Erechim e, realiza um comparativo no IQA de córregos localizados em áreas com ocupação e usos de terra distintas: uma área caracterizada por solo descoberto e outra em região de mata nativa. As três campanhas de coleta comprovaram que a qualidade da água é levemente superior em locais preservados. Os parâmetros avaliados, em sua maioria, refletiram condições de classe 1 aos córregos exceto o parâmetro microbiológico, cujos resultados foram compatíveis com classe 2 e 3. Utilizando ferramenta de geoprocessamento foi possível identificar que não ocorreram mudanças significativas na bacia nos últimos 29 anos, especialmente nas áreas de florestas.

Palavras chave: Água; preservação; usos da terra; iqa; mata nativa

Abstract slightly

The present study was developed in the Rio do Cravo Basin, in a region upstream of the emergency water collection point for supply in Erechim, and makes a comparison in the IQA of streams located in areas with different occupation and land uses: an area characterized on bare soil and another in a region of native forest. The three collection campaigns proved that water quality is slightly higher in preserved locations. The parameters evaluated, for the most part, reflected class 1 conditions for the streams, except for the microbiological parameter, whose results were compatible with class 2 and 3. Using a geoprocessing tool, it was possible to identify that there were no significant changes in the basin in the last 29 years, especially in forest areas.

Keywords: Water; preservation; land uses; iqa; Native Forest;

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio do Cravo	25
Figura 2 Sonda multiparâmetro portátil YSI Professional Plus.....	29
Figura 3 Recorte de Imagem via satélite da localização dos pontos de coleta de água A e B.	32
Figura 4 Mapa usos da terra na Bacia Rio do Cravo para os anos de 1994 (a) e 2023 (b).	33
Figura 5 Áreas desmatadas entre 1994 e 2023 na Bacia do Rio do Cravo.....	35
Figura 6 Áreas reflorestadas entre 1994 e 2023 na Bacia do Rio do Cravo	36
Figura 7 Coleta da amostra de água no córrego do ponto A (a) e região ao em torno do córrego composto por um banhado (b).....	37
Figura 8 Ponto da primeira (a) e segunda (b) coleta de amostra da água no córrego do ponto B	38
Figura 9 Acesso ao córrego do ponto B (a), plantação de aveia (b), plantação de aveia (c) e cama de aveia para o plantio direto (d)	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Valores referência de Índice de Qualidade de Água (IQA) para o Rio Grande do Sul, Brasil, de acordo com ANA, 2004.....	30
Quadro 2 Limites propostos na resolução CONAMA nº 357/05 para água doce exceto valores que ultrapassam o limite da pior classe.	31
Quadro 4 Resultados obtidos para quantificação dos parâmetros macroscópicos	41
Quadro 5 Classificação das nascentes quanto ao grau de preservação	41
Quadro 6 Resultados obtidos nas análises físicas dos parâmetros.....	42
Quadro 7 Resultados dos parâmetros químicos obtidos através de análises	43
Quadro 8 Resultado das notas dos parâmetros para obtenção do IQA.....	47
Quadro 9 Distribuição das classes dos parâmetros DBO, E. Coli, OD, Nitrogênio Amoniacal e Fósforo Total no córrego no ponto A de coleta de água na Bacia do Rio do Cravo.	48
Quadro 10 Distribuição das classes dos parâmetros DBO, E. Coli, OD, Nitrogênio Amoniacal e Fósforo Total no córrego no ponto B de coleta de água na Bacia do Rio do Cravo.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantificação macroscópica segundo Gomes (2006)	26
Tabela 2 - Classificação das nascentes quanto ao grau de preservação	28
Tabela 3 - Quantificação dos usos da terra na Bacia do Rio do Cravo compreendidos no período entre 1994 e 2023	34
Tabela 4 - Resultados obtidos para Coliformes Termotolerantes CETESB	46

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - distribuição de chuvas registradas de maio até setembro	40
Gráfico 2 - Curva padrão para nitrato λ 205 nm para as amostras dos córregos no ponto A e B para todas as campanhas.....	60
Gráfico 3 - Curva padrão para fósforo λ 880 nm, para amostra do córrego no ponto B para primeira coleta.....	61
Gráfico 4 - Curva padrão para fósforo λ 880 nm, para amostra do córrego no ponto A primeira coleta.....	62
Gráfico 5 - Curva padrão para fósforo λ 880 nm, para amostra do córrego no ponto A e B segunda coleta.....	63
Gráfico 6 - Curva padrão para fósforo λ 880 nm, para amostra do córrego no ponto A e B terceira coleta.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGER	Agência Reguladora dos Serviços Públicos Municipais de Erechim
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
APA	Área de proteção ambiental
CETESB	Companhia Ambiental Do Estado De São Paulo
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CORSAN	Companhia Riograndense de Saneamento
GSF	Geo Sem Fronteiras
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PEC	Proposta de Emenda à Constituição
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SAD	Sistema de Alertas de Desmatamento
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
VCQA	Vigilância e Controle de Qualidade da água

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	OBJETIVOS.....	16
1.1.1	Objetivo geral.....	16
1.1.2	Objetivos específicos.....	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (PNRH).....	17
2.2	INFLUÊNCIA DO DESMATAMENTO NOS RECURSOS HÍDRICOS.....	17
2.3	SANEAMENTO NO MUNICÍPIO DE ERECHIM.....	18
2.4	CAPTAÇÃO DE ÁGUA DO RIO DO CRAVO.....	19
2.5	QUALIDADE DA ÁGUA.....	20
2.5.1	Parâmetros da Qualidade da Água.....	20
2.6	SENSORIAMENTO E GEOPROCESSAMENTO.....	23
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	25
3.1.1	Localização dos pontos analisados.....	25
3.1.2	Usos da Terra.....	26
3.2	ANÁLISE MACROSCÓPICA.....	26
3.3	DADOS PLUVIOMÉTRICOS.....	28
3.4	COLETA, TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DAS AMOSTRAS E DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS.....	28
3.4.1	Coleta, transporte e armazenamento das amostras.....	28

3.4.2	Análise <i>In Loco</i>	29
3.4.3	Análises em laboratório	29
3.5	CÁLCULO DO INDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA (IQA).....	29
3.6	CLASSIFICAÇÃO DAS CLASSES DE ÁGUAS SUPERFICIAIS	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
4.1	ÁREA DE ESTUDO	32
4.1.1	Usos da terra	32
4.1.2	Caracterização dos córregos	36
4.2	DADOS PLUVIOMÉTRICOS.....	39
4.1	ANÁLISE DA ÁGUA.....	41
4.1.1	Análise Macroscópica	41
4.1.2	Análises físicas, químicas e microbiológicas	42
4.1.3	Cálculo de IQA	47
4.1.4	Classificação das Classes de água	48
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
7	APÊNDICES	57
7.1	APÊNDICE A – Imagem carta falsa cor para os anos de 1994 e 2023.....	57
7.2	APÊNDICE B – Localização da Estação Pluviométrica em relação a área de estudo.	58
7.3	APÊNDICE C – Resultados obtidos através da Sonda multiparâmetro portátil YSI Professional Plus.....	59

7.4	APÊNDICE D – Curva padrão para nitrato λ 205 nm para as amostras dos córregos no ponto A e B para todas as campanhas.....	60
7.5	APÊNDICE: Curva padrão para fósforo λ 880 nm, para amostra do córrego no ponto B primeira coleta.....	61
7.6	APÊNDICE F: Curva padrão para fósforo λ 880 nm, para amostra do córrego no ponto A primeira coleta.....	62
7.7	APÊNDICE G: Curva padrão para fósforo λ 880 nm, para amostra do córrego no ponto A e B segunda coleta	63
7.8	APÊNDICE H: Curva padrão para fósforo λ 880 nm, para amostra do córrego no ponto A e B terceira coleta	64
7.9	APÊNDICE J – Cálculo do IQA com pontuação para todos os pontos.....	65

1 INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma situação confortável quanto aos recursos hídricos. A disponibilidade hídrica per capita indica uma situação satisfatória quando comparado aos valores dos demais países informados pela Organização das Nações Unidas (ONU). O país detém aproximadamente 12% da água mundial disponível para o consumo, entretanto apresenta uma distribuição espacial desigual em seu território. Cerca de 80% dos recursos hídricos estão concentrados na Região Hidrográfica Amazônica onde se encontra o menor contingente populacional (ANA, 2017).

A Bacia Amazônica, através do seu principal rio, o Rio Amazonas, despeja em torno de 300 milhões de litros de água por segundo no oceano atlântico. Além deste grande volume de escoamento superficial, a Floresta Amazônica destaca-se como responsável, por meio da evapotranspiração, por lançar na atmosfera cerca de 20 bilhões de toneladas de vapor d'água diariamente. Os denominados "Rios Voadores" caracterizam-se como um dos responsáveis pela regulação climática da região e está diretamente relacionado à produção de chuvas no continente, contribuindo para irrigação de plantas e enchimento de reservatórios em todo país (NOBREGA, 2014, INPE, 2014). Estudos referentes ao relatório da Amazônia dos últimos 40 anos são preocupantes, pois se estima que cerca de 19% da floresta amazônica, já foram destruídos, interferindo negativamente no ciclo da água e resultando em períodos de seca mais recorrentes (INPE, 2017).

O desmatamento é um dos principais responsáveis pela redução nos recursos hídricos, resultando na diminuição da umidade do solo e do reabastecimento das águas subterrâneas, podendo inclusive secar nascentes e córregos (ECOIA, 2018). A modificação da paisagem, na maioria das vezes, resulta na degradação dos mananciais pela aceleração dos processos erosivos, ou mesmo pela contaminação por defensivos agrícolas e efluentes (SANTOS et al., 2010).

Em termos locais, a região Hidrográfica do Uruguai, ocupa porções nortes e oeste do Rio Grande do Sul, com área aproximada de 127.000 Km² e uma população estimada em 2,5 bilhões de habitantes, distribuídas em 286 municípios. Destacam-se na região, as bacias hidrográficas Passo fundo, Apuaê-Inhandava, Ibicuí, Santa Maria e Ijuí. Os principais usos hídricos na região estão relacionados à agricultura e pecuária, bem como a geração de energia em locais com esse potencial (FEPAM, 2023).

A Bacia do Rio do Cravo, pertencente à Bacia do Rio Passo Fundo e abrange os municípios de Erechim, Getúlio Vargas, Quatro Irmãos, Paulo Bento e Erebangó. Desde 2017,

com a conclusão da obra de captação/transposição, tornou-se uma alternativa importante, em períodos críticos, uma vez que suas águas complementam o abastecimento no município de Erechim (ENTAAL, 2019). Tendo em vista o uso de seus mananciais, torna-se necessário um contínuo monitoramento a fim de evitar possíveis contaminações que possam comprometer sua qualidade.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Investigar o comportamento de córregos, e a qualidade de suas águas relacionada às características de ocupação da terra, durante o período de maio a setembro de 2023.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar uma análise multitemporal dos usos da terra na área de estudo.
- Verificar parâmetros físico-químicos e bacteriológicos da água: Temperatura, Potencial Hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Cor aparente, Cor verdadeira, Turbidez, Fósforo, Nitrogênio e Coliformes totais.
- Determinar o índice de qualidade da água, IQA, em pontos distintos na área da Bacia do Rio do Cravo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (PNRH)

A água destinada para consumo humano é reduzida a uma parcela aproximada de 1%, o que contribui para que muitas pessoas em todo o mundo sofram com a ausência desse importante recurso natural. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), 748 milhões de pessoas não possuem acesso à água potável e 1,8 bilhão utiliza recursos hídricos contaminados. A Organização das Nações Unidas (ONU) prevê que, até 2050, 45% da população mundial não terá a disponibilidade mínima de água necessária, que é de 110 litros de água por habitante (PENA 2023).

No Brasil, diante de um cenário de má distribuição e escassez de água, instituiu-se a Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997. A lei tem como objetivo assegurar água de boa qualidade à atual e às futuras gerações. Segundo a Lei das Águas, a PNRH está baseada em alguns princípios fundamentais:

- A água é um bem de domínio público;
- A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- A bacia hidrográfica e a unidade territorial para implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (BRASIL, 1997).

2.2 INFLUÊNCIA DO DESMATAMENTO NOS RECURSOS HÍDRICOS

Estudos estimam que nos últimos 40 anos cerca de 19% da floresta amazônica foram destruídos, representando 729.781,76 km² desmatados no Bioma Amazônia, e na Amazônia Legal 813.063,44 km². As causas de desmatamentos mais comuns são a exploração de madeira ilegal, agricultura, desastres naturais, urbanização e mineração (INPE, 2017). O desmatamento na Amazônia interfere negativamente no ciclo da água, que acaba resultando em episódios de secas mais recorrentes, em decorrência das mudanças climáticas não só na região, mas também com efeitos em todo continente (MAZZETTI, 2015).

O desmatamento resulta em ambientes de água parada e afeta biodiversidade, esse fenômeno é denominado “lentificação”, que é ocasionado em decorrência da construção

de obras de engenharia e manejo da terra pela agropecuária. Ambientes lânticos estão se tornando mais frequentes e os mesmos acabam proporcionando a proliferação de determinadas espécies, entre elas vetores de doenças. Em muitos casos, esses ambientes são caracterizados por serem aquecidos, assoreados e contaminados por fertilizantes e agrotóxicos. As águas desses locais costumam apresentar índices de qualidade com valores inferiores (SCHIESARI, 2020).

A degradação ambiental, superexploração de recursos naturais, desmatamento, resultam na redução do nível de água dos rios podendo até mesmo secar nascentes e córregos. Também se torna responsável pelo aumento da emissão de gases poluentes causadores do efeito estufa. A degradação das matas reduz o teor de água no solo e de águas subterrâneas, reduz a coesão do solo o que pode resultar em deslizamentos e inundações (ECOIA, 2018).

A poluição da água está diretamente relacionada à contaminação ocasionada por elementos físicos, químicos e biológicos, e que podem ser nocivos aos humanos, plantas e microrganismos. Quando um córrego ou nascente se encontra em uma região desmatada esse recurso hídrico fica mais suscetível à contaminação, por não ter nenhuma proteção vegetal em seu entorno (MILLER, 2007).

2.3 SANEAMENTO NO MUNICÍPIO DE ERECHIM

Segundo o Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS, 2021), o município possui 107.368 habitantes, 94,24% localizados em área urbana e 5,76% em área rural. Sua área é de 429,30 km² e a densidade populacional é de 250,10 hab/km², enquanto o estado possui em média 42,68 hab/km². Quanto à hidrografia, o município está localizado na cordilheira que delimita as bacias hidrográficas do Rio Passo Fundo e dos Rios Apuaê-Inhandava. Em dados extra oficiais, ainda não mensurados, estima-se que aproximadamente 80% do território físico de Erechim integra a Bacia Hidrográfica Apuaê-Inhandava, contribuindo para tal, com nascentes afluentes importantes como: os Rios Tigre e Toldo para o Rio Apuaê Mirim, e os Rios Suzana e Dourado para o Rio Uruguai. A faixa restante do território municipal, correspondente à cerca de 20%, na região sudoeste, é pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Passo Fundo, de onde nascem as águas afluentes do Rio do Cravo (ENTAAL, 2015).

Dados coletados avaliam que 6.185 habitantes do município de Erechim, localizados na região rural, não possuem acesso à água diretamente da concessionária. Isto equivale a 5,76%

da população, que utiliza como alternativas outras formas de captação de água através de poços e fontes (ENTAAL et al., 2015).

Em relação de tratamento de esgoto, Erechim possui 26,73% de seu esgoto manejado de forma adequada, por meio de sistemas centralizados de coleta e tratamento ou de soluções individuais. Do restante, 66,21% é coletado, mas não é tratado e 7,06% não são tratados nem coletados (SNIS, 2021). Importante salientar que o município não possui tratamento cloacal, lançando os esgotos e resíduos na bacia do Rio Tigre. Estudos de disponibilidade hídrica no Rio Tigre indicavam no ano 2009, que a vazão média era de 0,804 m³/s, sendo que a vazão necessária para a diluição dos esgotos deveria ser cerca de 10 (dez) vezes maior, 9,39 m³/s (CBHAI, 2009). Devido a isto o rio apresenta alto teor de nutrientes, resíduos totais e coliformes, baixos índices de saturação de oxigênio e teores de fósforo e de coliformes superiores a aqueles admitidos para Classe 3.

Os cursos d'água de Erechim são de pequeno porte, com suas nascentes localizadas na área urbana, sendo a maioria alimentada pelas águas pluviais. Em muitos casos, os córregos estão canalizados e incorporados ao sistema de esgoto da cidade, o que inviabiliza a utilização para o abastecimento (CBHAI, 2009). Alternativamente a ampliação de oferta de água para abastecimento público ocorre através da captação da sub-bacia do Rio do Cravo, que contribui para o aumento das vazões do arroio Ligeirinho, um dos contribuintes da barragem da Corsan (BERNARDI, 2015).

2.4 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DO RIO DO CRAVO

No ano de 2012, durante os meses março, abril e maio, ocorreu um período de severa estiagem no município de Erechim, ocasionando sérios problemas no abastecimento de água, inclusive com implantação de racionamento. O principal fator para tal ocorrência foi a baixa precipitação, consequência do fenômeno La Niña associada à baixa umidade que impossibilitou a formação de nuvens de chuva na região. A solução encontrada ao município, a fim de se evitar futuros racionamentos foi à captação de água por meio de Transposição do Rio Do Cravo (BAÚ, 2018).

Com a captação de água da Bacia do Rio do Cravo, o município passou a contar com uma vazão adicional de 260 litros de água por segundo, utilizado em casos emergenciais (ENTAAL et al., 2015). Em decorrência disso Erechim não precisou passar por racionamentos nas últimas estiagens (PMERS, 2023). Com relação à qualidade da água, esta depende de vários fatores entre ao quais está o cuidado com as nascentes e córregos, para que não sofram

degradação, tendo em vista que a atividade agropecuária é muito presente e pode gerar impactos negativos nesses recursos hídricos (BERNARDI, 2015).

O sistema adutor implementado, possui aproximadamente 17 Km de comprimento até o local de descarregamento no lago da barragem do Ligeirinho. A transposição tem a função de complementar o abastecimento, e conforme a CORSAN, quando o reservatório da barragem fica entre 30 e 40 centímetros abaixo do vertedouro, é acionado o bombeamento de água do Rio do Cravo, visando complementar o nível da barragem (CORSAN, 2018).

2.5 QUALIDADE DA ÁGUA

A água é usada para diversos fins e, para saber se este recurso natural está apropriado, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), por meio do Programa Nacional de Avaliação da Qualidade de Água (PNQA), monitora as águas superficiais e subterrâneas do país. O PNQA está dividido em quatro componentes sendo: rede nacional de monitoramento de qualidade de água; padronização de parâmetros e procedimentos; laboratórios e capacitação e; avaliação e divulgação das informações. O monitoramento conta com 2.167 pontos de avaliação distribuídos em todo país. O Índice de Qualidade das Águas (IQA) é o principal indicador qualitativo usado nacionalmente e a interpretação dos resultados de IQA define qual o uso mais adequado para cada tipo de água (ANA, 2009).

Por meio da análise de um conjunto de parâmetros, pode-se indicar o tratamento a ser aplicado a água bruta. Esse tratamento possui várias etapas que irão garantir saúde e segurança aos consumidores. Casos em que a água não recebe o tratamento adequado torna-a suscetível a acarretar problemas à saúde da população (AMBSCIENCE, 2015).

2.5.1 Parâmetros da Qualidade da Água

De maneira geral, o índice de qualidade de água, (IQA), está associado a nove parâmetros tradicionalmente monitorados, que refletem variações resultantes da ação antropogênica em acordo com diferentes usos e ocupações da terra na bacia. No caso do cálculo para determinação de IQA, consideram-se parâmetros físicos (temperatura, turbidez e sólidos totais), químicos (Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO, Potencial hidrogeniônico – pH; Oxigênio Dissolvido -OD, Nitrogênio e Fósforo) e microbiológicos (*Coliformes*).

2.5.1.1 Parâmetros físicos:

Temperatura

É uma medida da intensidade de calor que está associado com a matéria. Pode ser de origem natural, como pela radiação solar, clima, latitude entre outros fatores. A variação de temperatura devido à interferência antrópica, ocorre decorrente aos despejos de processos industriais, assim como os despejos de torres de resfriamento (LIBÂNIO, 2016).

Turbidez

A turbidez da água é devida à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode ser provocado também pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais (FUNASA, 2006). A turbidez tem a sua importância no tratamento de água, pois influencia na velocidade do processo de decantação.

Sólidos

Os sólidos pertencem aos parâmetros físicos, entretanto ele pode estar relacionado às características químicas e biológicas do corpo d'água. A presença de sólidos na água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgotos). O padrão de potabilidade refere-se apenas aos sólidos totais dissolvidos com limite: 1000 mg/L, já que essa parcela reflete a influência de lançamento de esgotos, além de afetar a qualidade organoléptica da água (VCQA, 2006).

2.5.1.2 Parâmetros químicos

Potencial hidrogeniônico (pH)

É responsável por indicar a acidez ou alcalinidade da água. O pH pode modificar-se de forma natural, devido a solubilização de rochas calcárias ou por meio de oxidação de matéria orgânica. Podem também ocorrer variação de pH devido às ações antrópicas, decorrentes de despejos industriais, domésticos e agrotóxicos (LIBÂNIO, 2016).

A variação de seus valores influencia nas estações de tratamento, mais diretamente nos processos de coagulação/floculação da água (BRASIL, 2021).

Oxigênio dissolvido (OD)

O oxigênio é essencial para todas as formas de vida. No ambiente aquático influencia diretamente nos organismos que realizam a autodepuração nos cursos d'água (VON SPERLING, 2005). A queda na saturação de oxigênio dissolvido (OD) na água é um dos fatores mais frequentes de mortandade. Para que a água seja considerada de classe 1 o OD deve ter no mínimo 6 mg/L de O₂; classe 2 mais de 5 mg/L de O₂ e para ser de classe 3 mais de 4 mg/L de O₂ (BRASIL, 2005).

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Este parâmetro é responsável por indicar a intensidade do consumo de oxigênio em mg/L. Este oxigênio é consumido por bactérias na estabilização da matéria orgânica carbonácea, simultaneamente indica a concentração de carbono biodegradável (LIBÂNIO, 2016). Para que a água seja considerada de classe 1 a DBO₅ deve ter no máximo 3 mg/L O₂; classe 2 até 5 mg/L O₂ e para ser de classe 3 até 10 mg/L O₂ (BRASIL, 2005).

Nitrogênio

O nitrogênio pode se apresentar nos corpos hídricos na forma orgânica, amoniacal, ou como nitrito e/ou nitrato. O nitrogênio amoniacal, que se apresenta em NH₃, possui efeitos nocivos ao ambiente aquático, pois em conjunto com o fósforo constituem um ambiente perfeito para desenvolvimento de algas, cianobactérias e plantas aquáticas, causando déficit de oxigênio e podendo ser tóxico em grande quantidade (LIBÂNIO, 2016).

A Resolução CONAMA 357/05, indica que para classificar um corpo hídrico como classe 1, deve haver no máximo 3,7 mg/L de nitrogênio amoniacal total (pH 7,5), já para ser considerado classe 3 deve ter no máximo 13,3 mg/L de nitrogênio amoniacal total (BRASIL, 2005).

Fósforo

O fósforo é o nutriente mais importante para o crescimento de plantas aquáticas. Quando esse crescimento ocorre em excesso, prejudica os usos da água, e resulta no fenômeno conhecido como eutrofização. No ambiente aquático, o fosforo pode ser encontrado na forma orgânica e inorgânica (VCQÁ, 2006).

A Resolução CONAMA 357/05 prevê que a concentração máxima de fósforo total, em ambientes lóticos para que seja classificado como classe 1 deve ser de até 0,1 mg/L, classe 3 até 0,15 mg/L (LIBÂNIO, 2016, BRASIL, 2005).

2.5.1.3 Análises Microbiológicas

Coliformes

As bactérias do grupo *coliformes termotolerantes (ou fecais)* habitam normalmente o trato intestinal de animais de sangue quente. Em sua maioria não são patogênicas, mas são indicadores da presença de agentes patogênicos, devido ao fato delas serem facilmente detectáveis e quantificáveis. São associadas a ação antropogênica no ambiente, além de serem mais resistentes aos agentes desinfectantes, que outros organismos patogênicos presentes na água, o que permite que seja utilizada como indicador de potabilidade. A Resolução CONAMA 357/05, indica que para classificar um corpo hídrico como classe 1, deve haver no máximo 160 NPM/100 ml, para classe 2 até 800 NPM/100 ml e para ser considerado classe 3 deve ter no máximo 3200 NPM/100ml (BRASIL, 2005).

2.6 SENSORIAMENTO E GEOPROCESSAMENTO

O sensoriamento remoto é um conjunto de técnicas para obter informações de vários objetos que conformam a superfície do planeta, utilizado de forma remota, isto é, distanciada. Para isso, são realizadas a detecção, aquisição e análise de imagens por meio da interpretação e extração de informações, utilizando-se a energia eletromagnética emitida ou refletida pelos elementos presentes na superfície terrestre registrado por sensores, com essa técnica, é possível obter informações sobre a cobertura vegetal, o relevo, o uso do solo, entre outros aspectos (STEIN, et al., 2020).

O sensoriamento remoto é realizado através de sensores, que registram a REM (radiação eletromagnética), a REM apresenta um canal de comunicação muito eficiente e em alta velocidade entre o sensor e o método remoto. Uma das vantagens do sensoriamento remoto, é que ele é não intrusivo se o sensor estiver registrando passivamente a energia eletromagnética refletida ou emitida pelo fenômeno de interesse. Essa é uma consideração muito importante, uma vez que o sensoriamento remoto passivo não perturba o objeto ou área de interesse (JENSEN, 2011).

A limitação do sensoriamento remoto é que ele não fornece dados com exatidão, os seres humanos selecionam o sistema de sensoriamento mais apropriado para coletar os dados, especificam as variadas resoluções dos dados, calibram sensores, selecionam as plataformas que irão portar os sensores, determinam quando os dados serão coletados e como este serão

processados. Em termos gerais pode-se dizer que os dados obtidos em sensoriamento são uma estimativa das características de uma área, mas não necessariamente significa que aquela região é exatamente assim (JENSEN, 2011).

O geoprocessamento através do sensoriamento remoto envolve a avaliação das características físicas da terra, a identificação de seu uso atual, as técnicas de geoprocessamento são um conjunto de ferramentas computacionais que visam analisar dados geoespaciais. A análise de uso e cobertura do solo é um dos principais campos onde as técnicas de geoprocessamento são amplamente utilizadas, pois mesmo analisa com riqueza de dados em um curto período, tornando a análise de uso do solo mais rápida e eficiente. (GSF, 2017).

Para a realização da Análise de Uso do Solo Usando Técnicas de Geoprocessamento, deve-se seguir alguns passos:

- Coletar os dados necessários e prepará-los para análise;
- Importar os dados para a ferramenta de geoprocessamento escolhida;
- Analisar os dados usando as ferramentas disponíveis na ferramenta de geoprocessamento;
- Visualizar os dados e identificar tendências e padrões de uso do solo.
- Último passo é tomar decisões informadas com base nas informações obtidas.

Em geoprocessamento há uma complexidade em analisar os dados geoespaciais tornando-os difíceis de analisar (GSF, 2017).

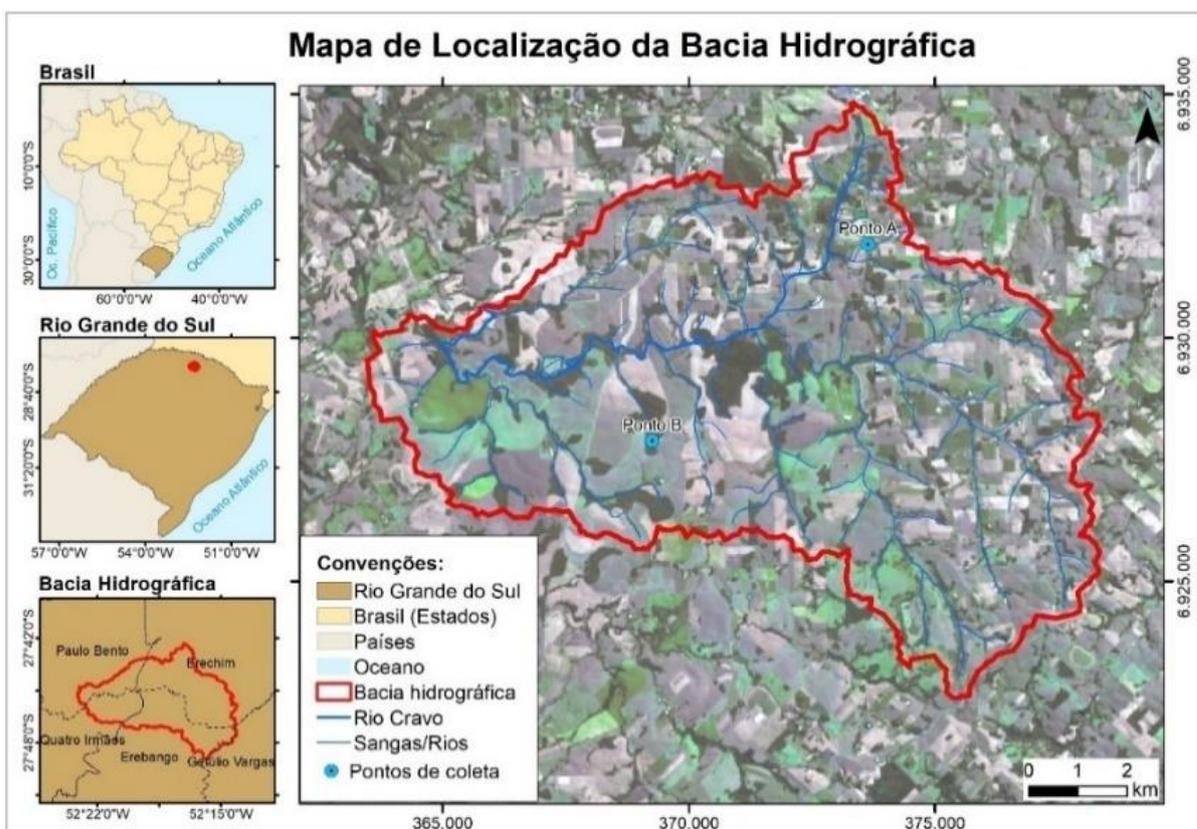
3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi desenvolvido na Bacia do Rio do Cravo localizado na porção sudoeste do município de Erechim, englobando também os municípios de Getúlio Vargas, Quatro Irmãos, Paulo Bento e Erebang. Possui uma área de 37,42 km², predominantemente agrícola e está situada 783 metros acima do nível do mar na região do Alto Uruguai.

A delimitação da bacia foi elaborada automaticamente, utilizando o software ArcMap (ArcGIS), junto com uma cena do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), 1 arco segundo, com resolução espacial de 30 metros, que foi o que permitiu o estudo detalhado de altimetria terrestre. Na figura 1 abaixo pode se observar a área delimitada da Bacia Hidrográfica do Rio Do Cravo.

Figura 1 Delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio do Cravo



Fonte: Autores

3.1.1 Localização dos pontos analisados

Para acompanhamento da qualidade da água foram selecionados dois pontos de coleta, localizados em córregos independentes na Bacia do Rio do Cravo, a montante do ponto de

captação de água realizado pela concessionária responsável pelo abastecimento de água de Erechim. Os pontos de pesquisa foram definidos com auxílio do georreferenciamento, utilizando como critério os tipos de usos da terra: o Ponto A está situado em uma região de solo descoberto e o Ponto B em uma região de mata nativa.

3.1.2 Usos da Terra

Para a análise dos usos da terra na Bacia do Rio Do Cravo foram obtidas imagens comparativas com relação às mudanças do uso e cobertura da terra para o ano de 1994 e 2023. Ambas as imagens foram datadas no mês de abril, e as escolhas foram baseadas no critério de ter a disposição de imagens sem cobertura de nuvens, em meses do ano com datas o mais similares possível.

Primeiramente, foi realizado a composição de imagens, com uso do algoritmo “*Composite Bands*” (ArcMap), em seguida foram coletados fragmentos de imagens (amostras) referentes ao uso e ocupação da terra, relacionando informações de: corpo d’água continental, áreas florestais, áreas descobertas e lavouras, e a classificação realizada com base no algoritmo Maxver (Máxima Verossimilhança) – ArcMap. Após a geração da classificação, os dados foram quantificados, e sistematizados o detalhamento quantitativo dos mapeamentos.

3.2 ANÁLISE MACROSCÓPICA

De acordo com o Gomes (2006) a caracterização ambiental no meio em que o córrego se encontra, devem observar alguns aspectos propostos pelo Guia Avaliação da Qualidade Da Água (2004). Observam-se as principais características ambientais dos pontos de coleta de água a fim de quantificar o seu nível de preservação. Os parâmetros recebem nota de 1 a 3 individualmente, e após se faz somatório das pontuações para classificar o nível de preservação dos córregos. Na tabela 1 a seguir é possível observar como cada parâmetro é quantificado:

Tabela 1 Quantificação macroscópica segundo Gomes (2006)

Parâmetros macroscópicos	Quantificação		
	Ruim (1 ponto)	Médio (2 pontos)	Bom (3 pontos)
Cor da água	Escura	Clara	Transparente
Odor da água	Cheiro forte	Cheiro Fraco	Sem cheiro

Lixo	Muito	Pouco	Sem lixo
Material flutuante	Muito	Pouco	Sem Material
Espuma	Muita	Pouca	Sem espuma
Óleos	Muito	Pouco	Sem óleos
Esgoto	Domestico	Fluxo Superf.	Sem esgotos
Vegetação	Alta Degradação	Baixa Degradação	Preservada
Humanos	Presença	Apenas marca	Não Detectado
Animais	Presença	Apenas marcas	Não Detectado
Proteção do local	Sem	Com proteção	Com acesso e proteção
Área de inserção	Ausente	Propriedade Privada	Área protegida
Proximidade de Residências	Menos de 50 m	Entre 50-100 m	Mais de 100 m

Fonte: Adaptado de Gomes et al. 2006

Foram avaliados os seguintes parâmetros:

- Coloração aparente da água: com uso de recipiente transparente e esterilizado para coleta e verificação da cor.
- Odor da água: com uso de recipiente para coleta e verificação do odor.
- Descarte de resíduos: identificar a presença e tipo de resíduo na região da nascente/córrego.
- Materiais flutuantes: presença de objetos e caracterização destes na superfície da água.
- Espumas e óleo: presença na superfície da água.
- Esgoto: identificar se há presença de emissários nas proximidades da nascente/ córrego e qual distância.
- Vegetação: identificação do tipo de vegetação nas proximidades dos córregos ou nascente quanto á preservação (alto grau de degradação, baixo grau de degradação e preservada).
- Animais: evidências de usos por animais (presença, pegadas, fezes).
- Humanos: evidências de utilização das nascentes ou córregos por humanos (presença de bombas de sucção e irrigação de hortas e plantações).
- Proteção do local: existência de algum tipo de proteção que dificulta o acesso podendo ser natural ou artificial.
- Residências: distância aproximada em metros das residências até a nascente/ córrego.

- Tipo de área de inserção: se o córrego está localizado em área que visa à preservação local.

Através do somatório da pontuação das características dos parâmetros macroscópicos identificados acima se obtém a classificação do grau de preservação, como mostrado na tabela 2 abaixo:

Tabela 2 Classificação das nascentes quanto ao grau de preservação

Classe	Grau de Preservação	Pontuação final
A	Ótima	37 -39 pontos
B	Boa	Entre 34 - 36 pontos
C	Razoável	Entre 31 - 33 pontos
D	Ruim	Entre 28 -30 pontos
E	Péssima	Abaixo de 28 pontos

Fonte: Adaptado Gomes et al. 2006

3.3 DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Os dados pluviométricos foram obtidos na série histórica da Agência Nacional das águas (ANA)- Hidroweb, a partir da estação telemétrica “273952180 – UHE ITÁ ERECHIM”. Optou-se pela escolha dessa estação devido à proximidade da área de estudo e pela disponibilidade de dados atualizados. A observação dos dados compreendeu o período entre o início de maio, dias anteriores a primeira coleta até setembro de 2023, período de encerramento do estudo.

3.4 COLETA, TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DAS AMOSTRAS E DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS.

3.4.1 Coleta, transporte e armazenamento das amostras

A classe das amostras em estudo se enquadra como Água Bruta, de acordo com a Resolução CONAMA 357/05. Conforme o parâmetro a ser determinado exigiu um armazenamento específico, indicado no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras ((BRASIL, 2005).

As determinações dos parâmetros foram conduzidas no laboratório da Agroecologia, laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal, laboratório da Central Analítica, laboratório de Ecologia e Conservação, laboratório de Efluentes e Resíduos, laboratório de Microscopia e o laboratório de Química da Universidade Federal da Fronteira Sul *Campus Erechim* (UFFS).

3.4.2 Análise *In Loco*

Os parâmetros determinados *in loco* foram: temperatura, o oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos, salinidade, pressão atmosférica, condutividade elétrica, resistividade e pH. Utilizou-se a Sonda multiparâmetro portátil YSI Professional Plus previamente calibrada, limpa e ambientada para a execução das leituras, como pode ser visualizada na figura 2.

Figura 2 Sonda multiparâmetro portátil YSI Professional Plus



Fonte: Autora

3.4.3 Análises em laboratório

Os parâmetros físico-químicos DBO, nitrogênio, fósforo, cor, turbidez foram realizadas conforme (AOAC, 2000; APHA; AWWA; WEF, 2012; FUNASA, 2013). As análises microbiológicas foram conduzidas pela técnica de tubos múltiplos que permite a quantificação do número mais provável (NPM/100ml) de microorganismos (FUNASA, 2013).

3.5 CÁLCULO DO INDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA (IQA)

Para o cálculo do IQA, foi utilizado o gráfico de curvas médias de variação de parâmetros de qualidade de água, para se determinar a nota dos parâmetros em análise. Para a realização deste cálculo, pode ser aplicado dois métodos:

- Método do Somatório: consiste na soma das notas de todos os parâmetros multiplicados pelos respectivos pesos, conforme a equação 1.

$$IQA = \sum_{i=1}^n (q \times w_i) \quad (\text{equação 1})$$

- Método do produtório: Os pesos referentes aos parâmetros (w_i) são empregados como potências dos pontos obtidos individualmente para cada parâmetro de qualidade de água. Conforme equação 2.

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (\text{equação 2})$$

Onde: w_i = peso do parâmetro analisado; q_i = pontos recebidos pelo parâmetro analisado; n = número de parâmetros analisados.

Com base nos resultados obtidos, determina-se o nível da qualidade de água correspondente. Observe o quadro 1.

Quadro 1 Valores referência de Índice de Qualidade de Água (IQA) para o Rio Grande do Sul, Brasil, de acordo com ANA, 2004.

Nível de qualidade	Intervalo do IQA	Cor de Referência
Ótima	$90 < IQA$	Azul
Boa	$70 < IQA \leq 90$	Verde
Razoável	$50 < IQA \leq 70$	Amarelo
Ruim	$25 < IQA \leq 50$	Marrom
Péssima	$IQA < \text{ou} = 25$	Vermelho

Fonte: ANA, 2004

3.6 CLASSIFICAÇÃO DAS CLASSES DE ÁGUAS SUPERFICIAIS

Os resultados foram classificados de acordo com os limites propostos pela Resolução CONAMA nº 357/05, Seção I Das Águas Doces. O Artigo 4º afirma que as águas doces são classificadas em classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4 conforme demonstrado no quadro 2:

Quadro 2 Limites propostos na resolução CONAMA n° 357/05 para água doce exceto valores que ultrapassam o limite da pior classe.

Parâmetro	Unidade	Padrões Resolução N°357/05 CONAMA				
		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Pior que 3-4
Oxigênio Dissolvido	mg/L	≥6	≥5	≥4	≥2	< 2
Demanda Bioquímica de oxigênio	mg/L	≤3	≥5	≤10	-	> 10
E. Coli	NPM/100 ml	≤160	≤800	≤3.200	-	> 3.200
Nitrogênio Amoniacal	mg/LN	≤3,7	-	≤13,3	-	> 13,3
Fósforo Total	mg/LP	≤0,1	-	≤0,15	-	> 0,15

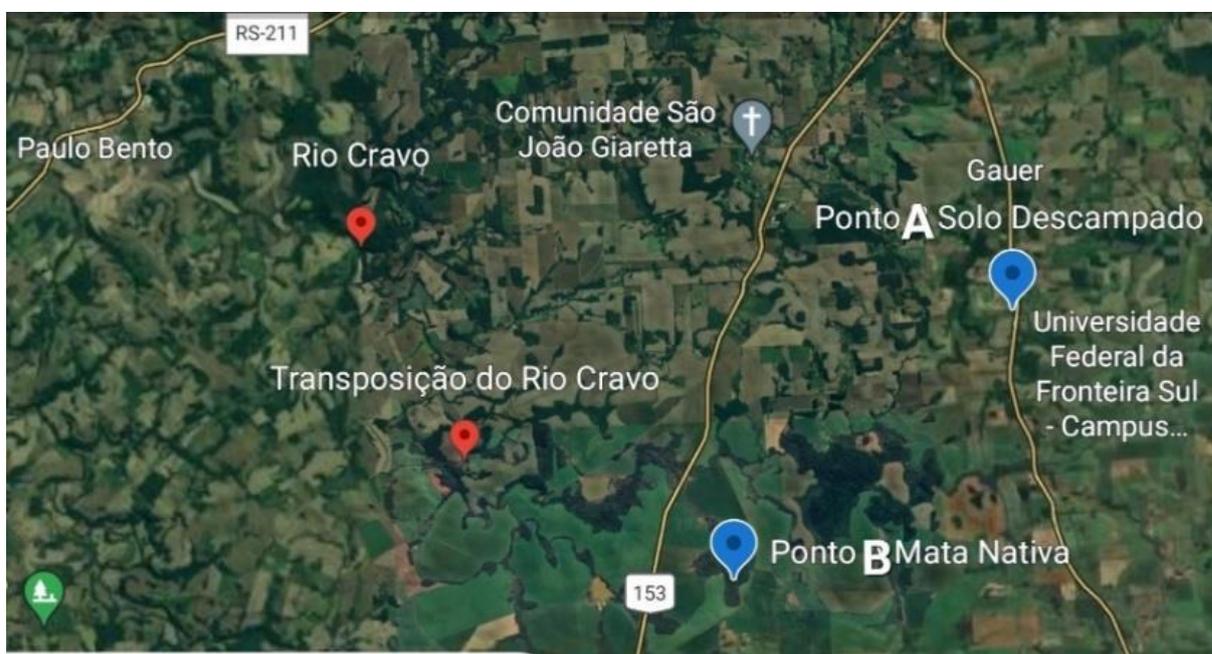
Fonte: Fepam, 2023

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ÁREA DE ESTUDO

Os córregos de água monitorados neste estudo estão localizados na zona rural do município de Erechim. O ponto A está situado nas proximidades da Universidade Federal da Fronteira Sul *Campus Erechim*, e essa região é caracterizada como solo descoberto e possui fluxo de veículos nas proximidades. O ponto B está localizado em uma área particular em uma região predominada pela mata nativa densa, em local de difícil acesso. A distância em linha reta entre os pontos A e B é de aproximadamente 6,0 km, já a distância do ponto B até a captação/transposição do Rio do Cravo, em linha reta, é em torno de 4,5 Km. A figura 3 a seguir traz o recorte da imagem de satélite com a localização dos pontos de coleta.

Figura 3 Recorte de Imagem via satélite da localização dos pontos de coleta de água A e B.

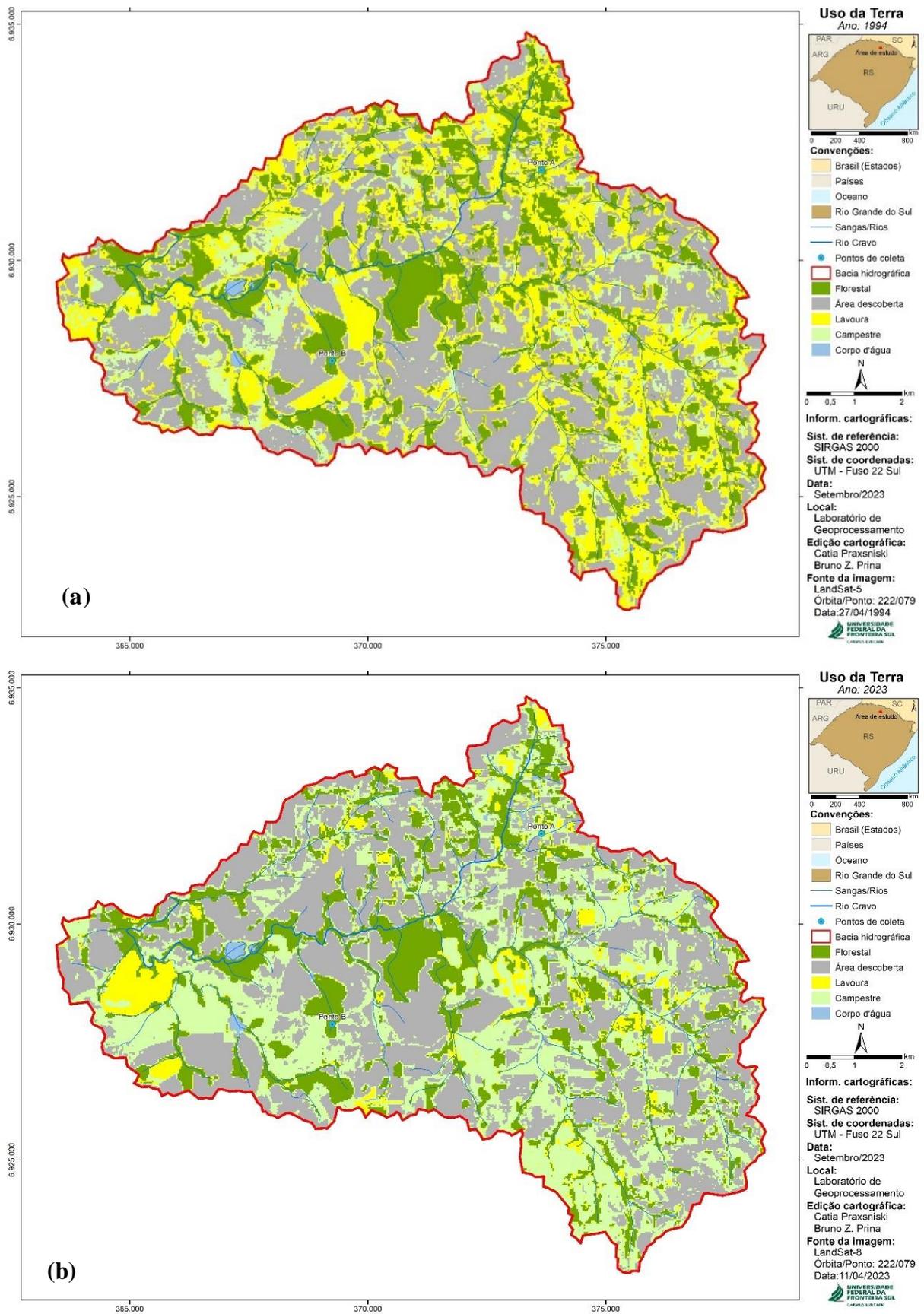


Fonte: Google Earth

4.1.1 Usos da terra

Com base em imagens cartográficas, foi possível identificar a classificação dos usos da terra nos anos de 1994 e 2023 respectivamente. Na figura 4 é possível avaliar as mudanças nos usos e cobertura da terra nos últimos 29 anos, priorizando a identificação das áreas florestais.

Figura 4 Mapa usos da terra na Bacia Rio do Cravo para os anos de 1994 (a) e 2023 (b).



Fonte: Autores

Observa-se que a área da Bacia do Rio do Cravo em 1994 era predominada por lavouras e áreas descobertas. Deve-se considerar a possibilidade de variações existentes entre ambas, pois após a colheita, é possível a lavoura ser quantificada como área descoberta, uma vez que as imagens de usos da terra não fornecem total precisão, mas um valor aproximado.

Na figura Mapa usos da terra na Bacia do Rio do Cravo (b) referente ao ano 2023, é perceptível uma diminuição significativa na área predominada por lavouras. Em contra partida, a área referente à cobertura campestre apresentou um aumento. Ressalta-se que esses dados podem apresentar variações, devido à imprecisão das imagens.

Na área ocupada por florestas não são perceptíveis alterações. Entretanto considerando os valores obtidos na quantificação de área ocupada por cada classe identificada, constata-se uma redução entre os anos de 1994 e 2023, como demonstrados na tabela 3.

Tabela 3 Quantificação dos usos da terra na Bacia do Rio do Cravo compreendidos no período entre 1994 e 2023

	Quantificação dos usos da terra 1994		Quantificação dos usos da terra 2023		Diferença de área entre os anos de 1994 e 2023
	Área (ha)	Porcentagem (%)	Área (ha)	Porcentagem (%)	Área (ha)
Florestal	1.867,95	19,79	1.793,88	19	-74,07
Área descoberta	3.799,71	40,25	3.817,89	40,45	18,18
Lavoura	2.673,99	28,33	588,15	6,23	-2.085,84
Campestre	1.070,37	11,34	3.154,95	33,42	2.084,58
Corpo d'água	27,27	0,29	84,42	0,89	57,15
Total	9439,29	100	9439,29	100	0,0

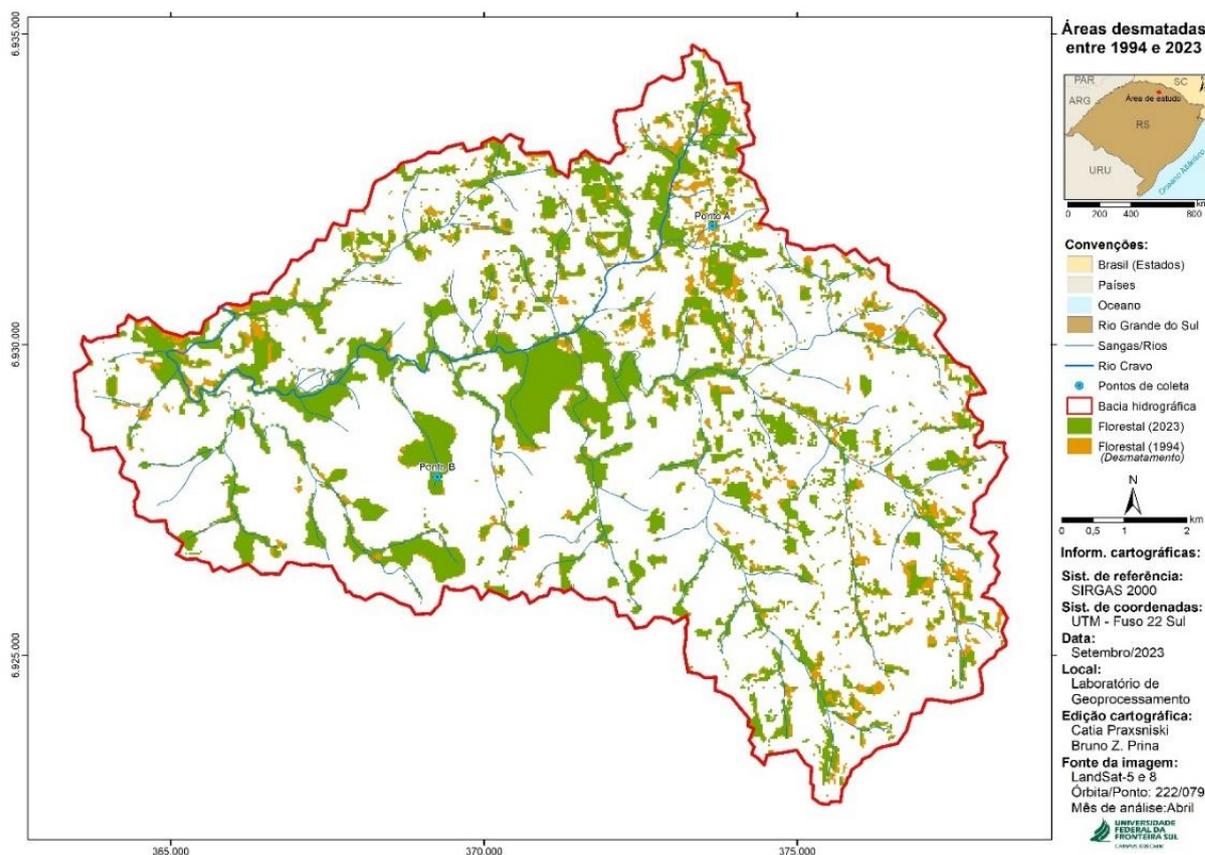
Fonte: Autores

Conforme análise da tabela, a área descoberta na Bacia do Rio do Cravo apresentou um pequeno crescimento de 18,18 ha, passando de 3.799,71 para 3.817,89 ha. Os corpos d'água também obtiveram como resultado um incremento no período, que não necessariamente

significa que tenham realmente aumentado. Essa alteração pode estar relacionada ao uso de imagens de satélite com resoluções distintas. Os resultados obtidos foram comparados de um mesmo satélite (o LandSat), entretanto com sensores diferentes. O LandSat-5 (L5) com resolução espacial de 30m e o LandSat-8 (L8) com resolução espacial de 15m. Outra possibilidade para essa divergência de valores pode estar relacionada à presença de imagens não homogêneas (USGS, 2023). Foram elaborados também imagens dos mapas falsa cor para auxílio da identificação dos usos da terra, localizados no Apêndice A.

Além disso ao considerar à quantificação para o uso da terra no ano de 2023, na Bacia do Rio do Cravo verificou-se uma redução de 74,07 ha de áreas florestais, correspondente a 0,79% ao tamanho total da área da bacia. Pode-se constatar que a área da região da floresta se manteve estável com os valores de 1867,95 ha em 1994 e 1793,88 ha atualmente. Visando compreender melhor a dinâmica nas áreas de florestas, realizou-se um comparativo entre áreas desmatadas e reflorestadas por meio da confecção de imagens de mapa nos anos de 1994 e 2023. Na figura 5 a seguir está representada as áreas desmatadas identificadas no ano de 2023.

Figura 5 Áreas desmatadas entre 1994 e 2023 na Bacia do Rio do Cravo



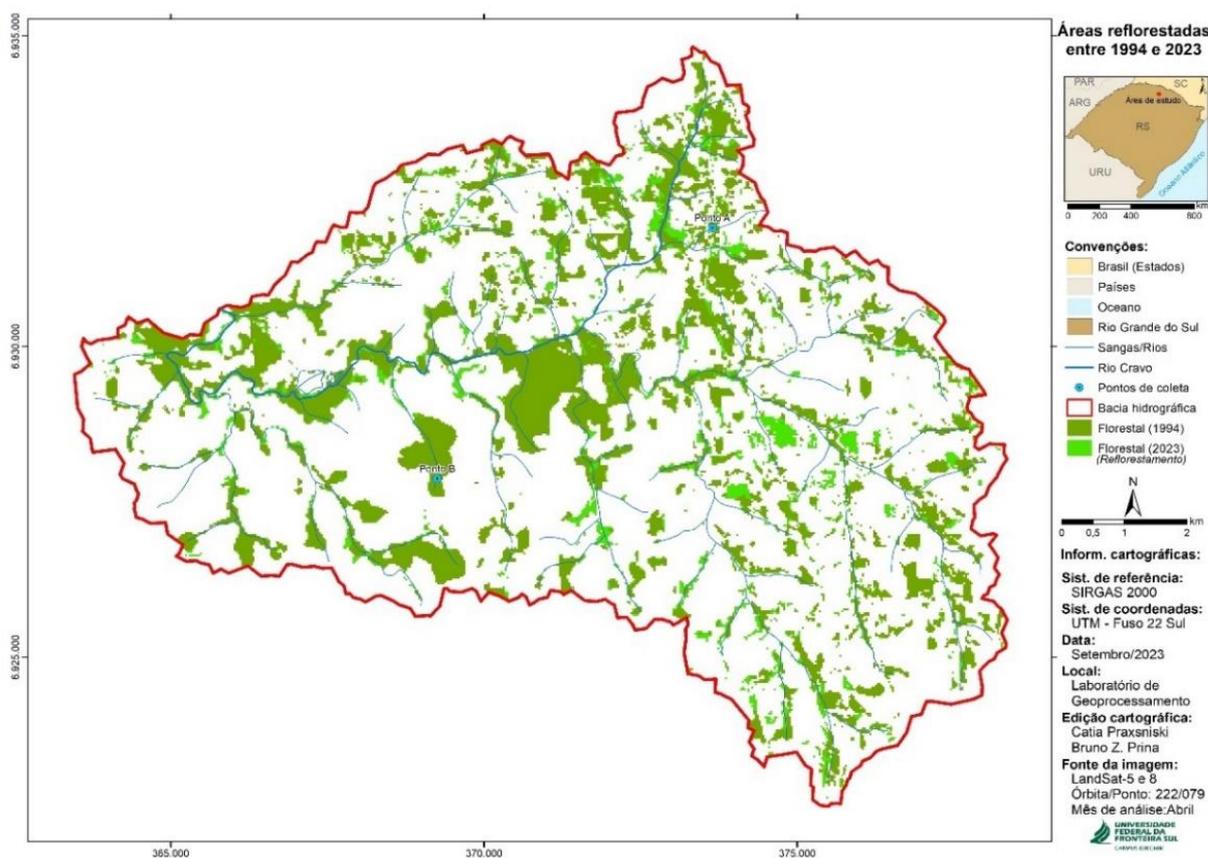
Fonte: Autores

As áreas desmatadas estão representadas na coloração laranja. Observa-se em torno do ponto A, a ocorrência de um desmatamento em pequenos fragmentos de floresta existentes no

ano de 1994. No ponto B é imperceptível a ocorrência de desmatamento limitando-se a áreas localizadas no contorno de lavouras.

Na figura 6 estão representadas em verde claro as áreas reflorestadas entre 1994 e 2023 na Bacia do Rio do Cravo. Nos pontos monitorados A e B não se constatou valores significativos, entretanto é possível perceber a ocorrência de reflorestamento em outros pontos da Bacia.

Figura 6 Áreas reflorestadas entre 1994 e 2023 na Bacia do Rio do Cravo



Fonte: Autores

4.1.2 Caracterização dos córregos

Os córregos de água monitorados neste estudo estão localizados na zona rural do município de Erechim. O córrego do ponto A está situado nas imediações da Universidade Federal Fronteira Sul *Campus Erechim*, em uma região com alto fluxo de veículos nas proximidades da ERS 135. O córrego do ponto B predominado pela mata nativa e de difícil acesso.

A região do córrego no ponto A, visivelmente não possui nenhuma atividade agrícola, e bem ao lado do córrego há presença de um banhado. Em suas proximidades existe uma

propriedade aonde foram avistados animais de grande porte (bovinos). Nos dias de coleta foram avistados roedores circulando junto ao córrego, a presença de insetos e aracnídeos. Constatou-se também alguns resíduos (papel de bala e embalagens), que pode ser justificado por estar próximo a uma região de bastante movimento de pessoas. A localidade é caracterizada pela presença de uma vegetação rasteira, que encobre o banhado, como pode ser observado na figura 7. Na terceira coleta, embora não observando alterações significativas nessa localidade, a água apresentou coloração bem escura no córrego. Após sua coleta em um recipiente a amostra apresentou uma leve tonalidade amarelada. Constatou-se também um aumento no fluxo de água do córrego.

Figura 7 Coleta da amostra de água no córrego do ponto A (a) e região ao em torno do córrego composto por um banhado (b).



Fonte: Autora

O córrego do ponto B encontra-se em um local de difícil acesso, em meio a uma área arborizada, de mata extremamente densa. A água do córrego do ponto B não é utilizada para abastecimento pela dificuldade de acesso ao local e por ser uma área de proteção ambiental. Pelo fato do ponto B estar localizado em uma propriedade privada, foi necessário solicitar autorização para acessar a região da mata, que está inserida em uma área de lavoura da propriedade.

A região apresenta declividade e densa vegetação. A água coletada, era inodora e cristalina. O córrego tinha seu leito composto por solo e alguns fragmentos de rocha, que dá aparência de “mini cascata”. Não foi avistado nenhum animal de grande porte no em torno, porém se detectou a presença de aracnídeos e mosquitos. Entre a primeira e segunda coleta não ocorreram mudanças perceptíveis no local.

Apenas se constatou-se um aumento no fluxo de água como pode ser observado na figura 8 abaixo:

Figura 8 Ponto da primeira (a) e segunda (b) coleta de amostra da água no córrego do ponto B



Fonte: Autora

Na terceira coleta, o aumento no fluxo de água, foi mais acentuado, resultado da alta precipitação registrada na semana anterior, decorrente da passagem do ciclone extratropical pelos estados do Sul do Brasil.

Na parte externa da mata, que é caracterizada pela presença de lavouras na figura 9 (a), através do recorte de imagem via satélite é possível observar o acesso ao córrego do ponto B. Na primeira coleta havia a plantação ainda rasteira de aveia (b). Na segunda coleta depois de decorridos 54 dias, observou-se um crescimento na plantação de aveia (c). E na data da terceira coleta a parte externa da mata estava caracterizada por uma cama de aveia (d), ou seja, ela não é colhida, só serve como preparação de solo para o plantio direto, demonstrado na figura 9 abaixo:

Figura 9 Acesso ao córrego do ponto B (a), plantação de aveia (b), plantação de aveia (c) e cama de aveia para o plantio direto (d)



Fonte: Autora

4.2 DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Os dados pluviométricos foram coletados no período de 1 de maio até 17 de setembro de 2023, englobando todo o período das coletas (30 maio -12 de setembro).

O mês de maio, referente ao início do estudo apresentou uma precipitação de 161 mm, sendo que a maior concentração de chuva foi no dia 27 de maio, três dias antes da primeira coleta no ponto A, registrando 46,6 mm. No mês de junho foi registrada a maior precipitação

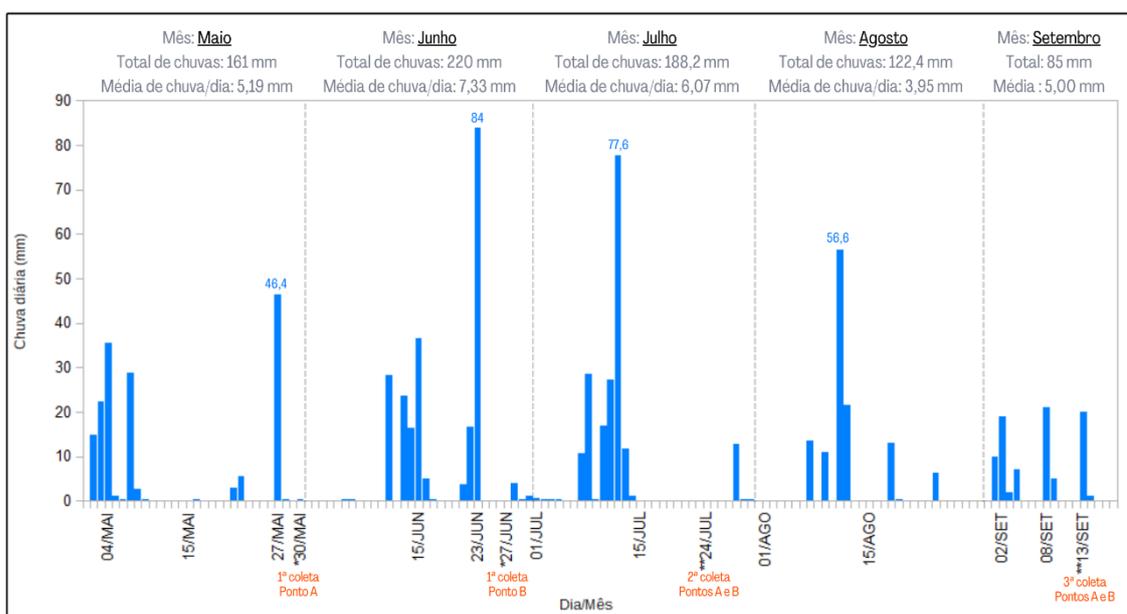
no período 220 mm e o dia de maior concentração de chuva foi no dia 23 de junho, registrando um total de 84 mm.

Já o mês de julho apresentou a segunda precipitação do período para o mês (188,2 mm), e o dia de maior concentração foi o dia 12, com 77,6 mm. Em agosto a precipitação foi de 122,4 mm, e o maior acumulado em para único dia foi de 56,6 mm, que se caracteriza pela terceira maior precipitação registrada em um único dia.

A coleta de dados pluviométricos no mês de setembro ocorreu apenas até o dia 17, por isso o registrou-se os menores valores de precipitação, 85 mm e maior volume de precipitação registrado para um único dia foi de 20 mm. Na primeira semana de setembro, ocorreu a passagem do ciclone extratropical pela região sul do país, que resultou em enchentes e alagamentos em várias cidades do estado. Visualmente no mês de setembro o córrego do ponto A aparentava estar com um fluxo maior do que nas coletas anteriores. Provavelmente seja resultado do acumulo de precipitações após um período de estiagem, que elevaram o nível do lençol freático e por consequência o fluxo do córrego.

Foi produzida uma imagem referente à localização da estação pluviométrica em relação a área de estudo que se encontra no apêndice (B) desse material. Através dos dados obtidos pela estação telemétrica “273952180 – UHE ITÁ ERECHIM”, foi gerado o gráfico representado no gráfico 3 abaixo, referente às precipitações registradas no período vigente da coleta.

Gráfico 1 distribuição de chuvas registradas de maio até setembro



Fonte: Autores

4.1 ANÁLISE DA ÁGUA

4.1.1 Análise Macroscópica

Para avaliação macroscópica dos córregos na Bacia do Rio do Cravo, foram observados os parâmetros citados no quadro 3 abaixo e logo em seguida foram quantificadas as pontuações, conforme suas características.

Quadro 3 Resultados obtidos para quantificação dos parâmetros macroscópicos

Quantificação Macroscópica				Ponto A	Ponto B
Cor da água	Escura	Clara	Transparente	2	3
Odor da água	Cheiro forte	Cheiro Fraco	Sem cheiro	2	3
Lixo	Muito	Pouco	Sem lixo	2	3
Material flutuante	Muito	Pouco	Sem Material	2	3
Espuma	Muita	Pouca	Sem espuma	3	3
Óleos	Muito	Pouco	Sem óleos	3	3
Esgoto	Domestico	Fluxo Superf.	Sem esgotos	3	3
Vegetação	Alta Degradação.	Baixa Degrada.	Preservada	1	3
Humanos	Presença	Apenas marca	Não Detectado	1	3
Animais	Presença	Apenas marcas	Não Detectado	1	3
Proteção do local	Sem	Com proteção	Com acesso e proteção	1	3
Área de inserção	Ausente	Propriedade Privada	Área protegida	2	3
Proximidade de Residências	Menos de 50 m	Entre 50-100 m	Mais de 100 m	2	3
Somatório				25	39

Fonte: Autora

Com base no somatório se conclui que a região de mata nativa, ponto B se encontra em uma ótima preservação, enquanto o ponto A, área de solo descoberto, a classificação do estado de preservação é péssima, segundo o quadro 4 abaixo.

Quadro 4 Classificação das nascentes quanto ao grau de preservação

Classe	Grau de Preservação	Pontuação final	
A	Ótima	Entre 37 a 39 pontos	Ponto B
B	Boa	Entre 34 a 36 pontos	-----
C	Razoável	Entre 31 a 33 pontos	-----

D	Ruim	Entre 28 a 30 pontos	-----
E	Péssima	Abaixo de 28 pontos	Ponto A

Fonte: Autora

4.1.2 Análises físicas, químicas e microbiológicas

Através das características físicas, químicas e microbiológicas da água é possível determinar e quantificar elementos presentes na mesma, podendo assim compará-los com os padrões legais (BRASIL, 2021).

Para a determinação da qualidade da água foram realizadas as análises de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.

4.1.2.1 Parâmetros físicos

Os resultados obtidos para os parâmetros físicos se encontram no quadro 5 abaixo:

Quadro 5 Resultados obtidos nas análises físicas dos parâmetros

Amostra	Solo Descoberto (ponto A)			Mata Nativa (ponto B)		
	27/jun	24/jul	12/set	30/mai	24/jul	12/set
Temperatura (°C)	17,30	17,20	18,00	15,70	17,70	18,30
Turbidez (uNT)	11,00	13,33	9,67	23,00	2,67	2,33
Cor aparente (u.C)	58,40	65,40	43,00	72,00	12,00	12,00
Cor Real (u.C)	27,40	15,70	16,00	25,70	12,00	12,00
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	120,25	130,00	140,40	46,15	70,85	89,05

Fonte: Autora

Temperatura

Devido à variação geográfica e diferentes estações do ano, não há um valor tabulado para temperatura estipulado pela norma. A medição da temperatura foi realizada no momento da coleta com a sonda multiparâmetro portátil, e não se observou diferenças pelo fato de não haver nenhum tipo de despejo nesses cursos de água. A temperatura seguiu um valor uniforme oscilando entre 15,7° C a 18,3° C.

Turbidez e cor

Observa-se que na mata nativa, Ponto B, na primeira coleta, apresentou valores relativamente altos quando comparados às coletas subsequentes, tanto para turbidez como para cor. Esse aumento pode ser justificado pela quantidade de chuva ocorrida três dias antes, que arrastou matéria para o corpo hídrico. Já na segunda e terceira coleta os valores estavam abaixo do valor máximo tolerado para abastecimento (uso humano), e não houve diferença nos resultados após a amostra ser filtrada. Ou seja, a cor aparente é igual à cor real, o que significa não possuir partículas em suspensão.

De forma geral o córrego do ponto A apresentou valores superiores ao ponto B, e esse resultado se deve ao córrego não possuir nenhuma proteção, então fica mais suscetível à presença de sólidos. Os valores para cor real também deram superiores o que pode significar a ocorrência de colóides, geralmente associados à presença de proteínas. (USP, 2017)

Os resultados obtidos variaram de 2,0 a 23 uNT e foram classificados em conformidade com os limites propostos pela Resolução CONAMA n° 357/05 na classe 1, que corresponde ao valor máximo de 40 uNT para turbidez, (BRASIL, 2021).

Sólidos totais dissolvidos

Os sólidos totais dissolvidos ficaram abaixo dos valores máximos previstos em lei. Na tabela de padrão organoléptico de potabilidade do anexo 11 da Portaria de Consolidação N° 5 - Anexo XX alterada pela Portaria N° 888 de 4 de maio de 2021, o valor máximo de sólidos totais dissolvidos é de 500 mg/l e os resultados obtidos variaram para o córrego do ponto A entre 120,25 e 140,40 mg/L, o córrego do ponto apresentou valores ligeiramente mais baixos variando entre 46,15 e 89,5 mg/L (BRASIL, 2021).

4.1.2.2 Parâmetros Químicos

Os resultados dos parâmetros químicos obtidos por meio da sonda multiparâmetro e análises se encontram no quadro 6 abaixo:

Quadro 6 Resultados dos parâmetros químicos obtidos através de análises

Amostras	Solo Descoberto (ponto A)			Mata Nativa (ponto B)		
	27/jun	24/jul	12/set	30/mai	24/jul	12/set
Data da coleta						
pH	5,92	6,22	6,96	6,23	6,48	7,05
OD (Saturação%)	78	77	71	69	75	63

OD (mg/L)	6,9	6,8	6,1	6,3	6,8	5,5
DBO (mg/L)	3,47	2,77	2,75	2,25	3,19	1,68
Nitrogênio Total (mg/L)	5,99	10,29	12,70	0,99	3,97	3,55
Fósforo Total (mg/L)	0,06	0,04	0,03	0,10	0,03	0,01

Fonte: Autora.

Potencial hidrogeniônico

As medições de pH foram executadas no momento da coleta com a sonda multiparâmetro portátil. O pH da água coletada no córrego da região solo descoberto é um pouco mais ácido e isso se justifica pelo fato que esse córrego está mais exposto a interferências humanas e não há nenhum tipo de proteção. A diferença entre um pH de um córrego e outro não é muito elevada e nos períodos de maior precipitação, o pH aproximou-se mais aos valores ácidos o que pode ser associado a matéria arrastada pela chuva.

A Portaria de Consolidação N° 5 - Anexo XX determinava que a água destinada ao consumo devesse obedecer a valores de pH na faixa de 6,0 a 9,5, mas com a alteração da norma agora na Portaria N° 888 de 4 de maio de 2021 não há mais a especificação de uma faixa de pH para a água destinada ao consumo. (BRASIL, 2021).

Oxigênio Dissolvido (OD)

Os índices de oxigênio dissolvidos nos córregos obtiveram resultados positivos, pois estão acima do valor mínimo de 5,0 mg/l, e conforme a Resolução CONAMA 357/05 os resultados obtidos se enquadram na Classe 1, que determina 6,0 mg/L como limite mínimo para essa classificação, com exceção da terceira campanha do ponto B que apresentou 5,5 mg/L, se enquadrando na classe 2. Os níveis de saturação na área de solo descoberto ficou entre 71% e 78 % e na área de mata nativa apresentou uma maior variação com valores entre 63% e 78% (BRASIL, 2005).

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) indica a intensidade que o oxigênio é consumido por fontes orgânicas na água. A Resolução CONAMA 357/05 indica que a DBO_{20}^5 deve ser de até 3 mg/L O₂ para que a água doce seja considerada Classe I (BRASIL, 2005).

Duas análises ultrapassaram o valor limite pode estar associada ao período de precipitação que trouxe ao corpo d'água uma maior quantidade de matéria orgânica a qual contribuiu para um maior consumo de oxigênio dissolvido. Com os resultados obtidos para DBO, 2 análises do córrego do ponto A e 2 duas análises do córrego do ponto B foram enquadradas na Classe 1 e 1 análise do córrego no ponto A na primeira campanha foi enquadrada na classe 2 assim como a segunda campanha do córrego do ponto B obteve essa classificação (BRASIL, 2005).

Nitrogênio Total

Nitrogênio total no córrego do ponto A apresentou valores variando de 5,99 mg/L a 12,70 mg/L. Especificamente em relação ao nitrogênio amoniacal o ponto A apresentou uma maior concentração, mas manteve uma média de 3,30 mg/L, valor abaixo do máximo permitido que é 20 mg/L. O córrego do ponto B apresentou valores ainda menores, para concentração de nitrogênio Total de 0,99 mg/L a 3,97 mg/L.

As concentrações de nitrato foram calculadas através da curva construída no espectrofotômetro, expressa no apêndice D.

As análises observadas se enquadram em classe 1 em conformidade com a Resolução CONAMA 357/05, indica que para classificar um corpo hídrico como classe 1, deve haver no máximo 3,7 mg/L de nitrogênio amoniacal total (pH 7,5). Já para ser considerado classe 3 deve ter no máximo 13,3 mg/l de nitrogênio amoniacal total (BRASIL, 2005).

Fósforo

A determinação de fósforo solúvel em amostras de água foi realizada por espectrofotometria a partir de curvas de calibração expressas nos apêndices E, F, G e H deste material em conjunto com as tabelas de concentração. Os valores de fósforo estão dentro do permitido para ambientes lóticos, que é de 0,10 mg/L, de acordo com a Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005), para classificação na classe 1. Vale destacar que os valores determinados para fósforo neste estudo ficaram abaixo de 0,07 mg/L, com exceção da primeira coleta no Ponto B (Mata Nativa), a qual ficou superior ao limite de detecção da técnica utilizada .

4.1.2.3 Análises microbiológicas

A resolução do CONAMA N° 357/05, dispõem em seu Art.15 que:

Como analisado na tabela 4 abaixo, o córrego no ponto A apresentou na primeira e segunda coletas valores acima do permitido. Os resultados podem estar relacionados à sua localização, caracterizada por ser uma região descoberta, com bastante interferência humana e a presença de animais de grande porte nas proximidades e roedores nas proximidades e circulando no córrego.

Por meio dos resultados obtidos 1 análises do ponto A e 2 do ponto B foram classificadas na Classe 2 e 2 do ponto A e 1 do ponto B foram classificadas como Classe 3 em conformidade com a Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005).

Tabela 4 Resultados obtidos para Coliformes Termotolerantes CETESB

Resultados Coliformes Termotolerantes CETESB (https://mpncalc.galaxytrkr.org/)				
Amostra	N° de tubos positivo, em séries de 5 tubos, inóculos de:			Índice de NMP/100 mL
	10 ml	1 ml	0,1 ml	
1ª Coleta A	5	5	5	1600
2ª Coleta A	5	5	5	1600
3ª Coleta A	5	4	1	170
1ª Coleta B	5	4	4	350
2ª Coleta B	5	5	2	500
3ª Coleta B	5	5	5	1600

Fonte: Autora

Devido ao fato de ambos os córregos terem apresentados valores elevados para *coliformes termotolerantes*, sem a comprovação visual de uma fonte de contaminação constante no ponto B, é possível ter ocorrido uma contaminação cruzada das amostras. Destaca-se que os experimentos foram realizados dentro do rigor dos padrões indicados: uso de luvas, desinfecção da bancada, materiais esterilizados, esterilização de alças, entre outros (BRASIL, 2005).

4.1.3 Cálculo de IQA

Por meio dos gráficos de curvas médias de variação de parâmetros de qualidade de água, se determinou a nota dos parâmetros que foram analisados e os resultados estão representados no quadro 7 a seguir.

Quadro 7 Resultado das notas dos parâmetros para obtenção do IQA

PARÂMETROS	Ponto A			Ponto B		
	1ª Coleta	2ª Coleta	3ª Coleta	1ª Coleta	2ª Coleta	3ª Coleta
<i>Coliformes E. Coli</i>	24,36	24,36	43,91	37,62	34,50	24,36
pH	54,71	65,65	87,41	66,01	74,55	89,08
DBO	65,01	70,89	71,10	75,66	67,31	81,23
Turbidez	80,25	76,60	76,60	63,13	94,80	95,45
Nitrogênio	55,86	44,60	40,23	93,30	64,41	66,74
Fósforo	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Temperatura	92,00	92,00	92,00	92,00	92,00	92,00
Sólidos Totais	78,24	77,73	77,11	79,99	70,84	79,45
OD	85,96	84,76	76,89	74,06	82,26	65,19
IQA Produtório	63,33	63,42	69,77	70,80	71,02	67,70
IQA somatório	68,80	69,04	72,78	73,70	74,45	73,42

Fonte: Autora

Após a obtenção das notas para cada parâmetro, foi realizado o cálculo de IQA pelo método do somatório, e pelo método do produtório. Baseado nos resultados se determinou o nível da qualidade de água correspondente aos valores de referência do estado do Rio Grande do Sul.

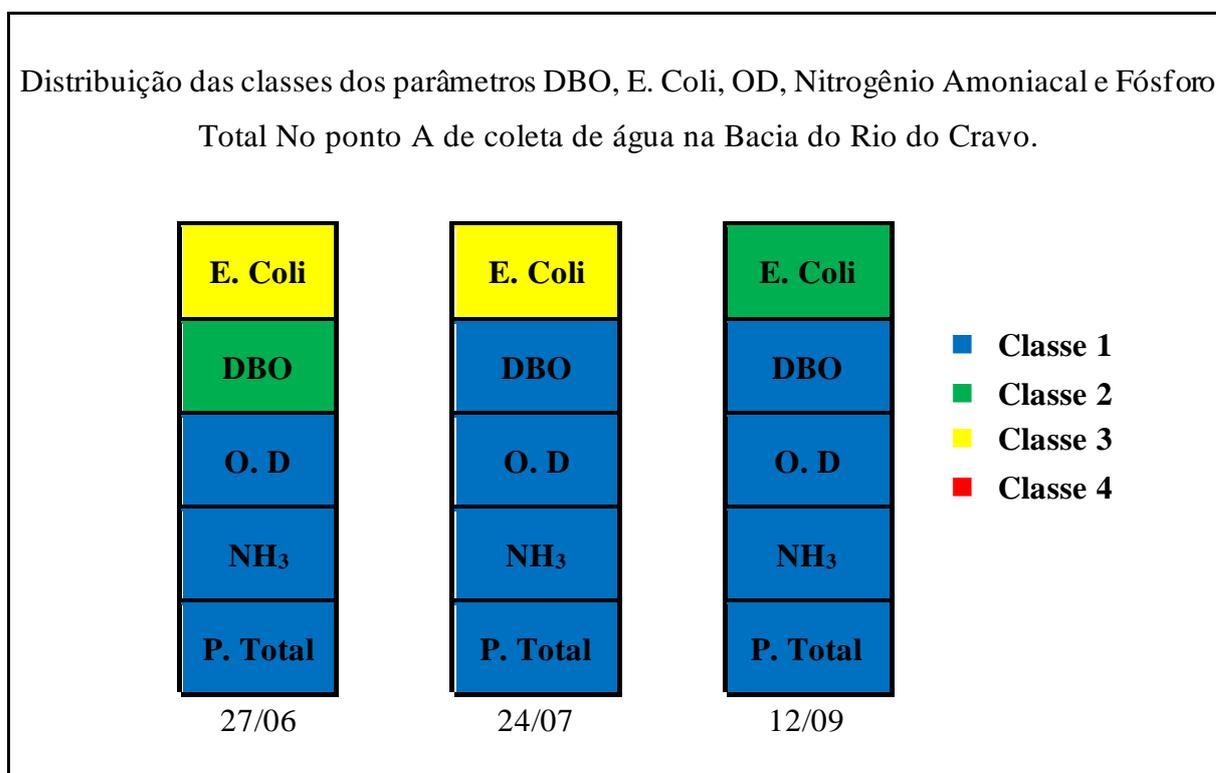
O córrego do Ponto A, solo descoberto teve o IQA classificado como razoável, apresentando um único resultado calculado através de somatório classificado como bom,

referente a 3ª coleta de água realizada no mês de setembro. O córrego do Ponto B, solo de mata nativa foi classificado como bom em todas as coletas ao considerar o método do somatório. A exceção se deu quando se empregou o cálculo pelo método do produtório na terceira coleta, também no mês de setembro. O valor de IQA da amostra pelo produtório resultou na categorização razoável.

4.1.4 Classificação das Classes de água

Os dois córregos pertencentes à Bacia do Rio do Cravo foram analisados a partir de um conjunto de três amostragens de água, em datas distintas para o ponto A e B. Os resultados obtidos referentes aos parâmetros analisados foram classificados em conformidade com a Resolução CONAMA 357/05. No quadro 9 está descrita as classes de enquadramento para 5 parâmetros relacionados a ação antrópica para o córrego do ponto A.

Quadro 8 Distribuição das classes dos parâmetros DBO, E. Coli, OD, Nitrogênio Amoniacal e Fósforo Total no córrego no ponto A de coleta de água na Bacia do Rio do Cravo.



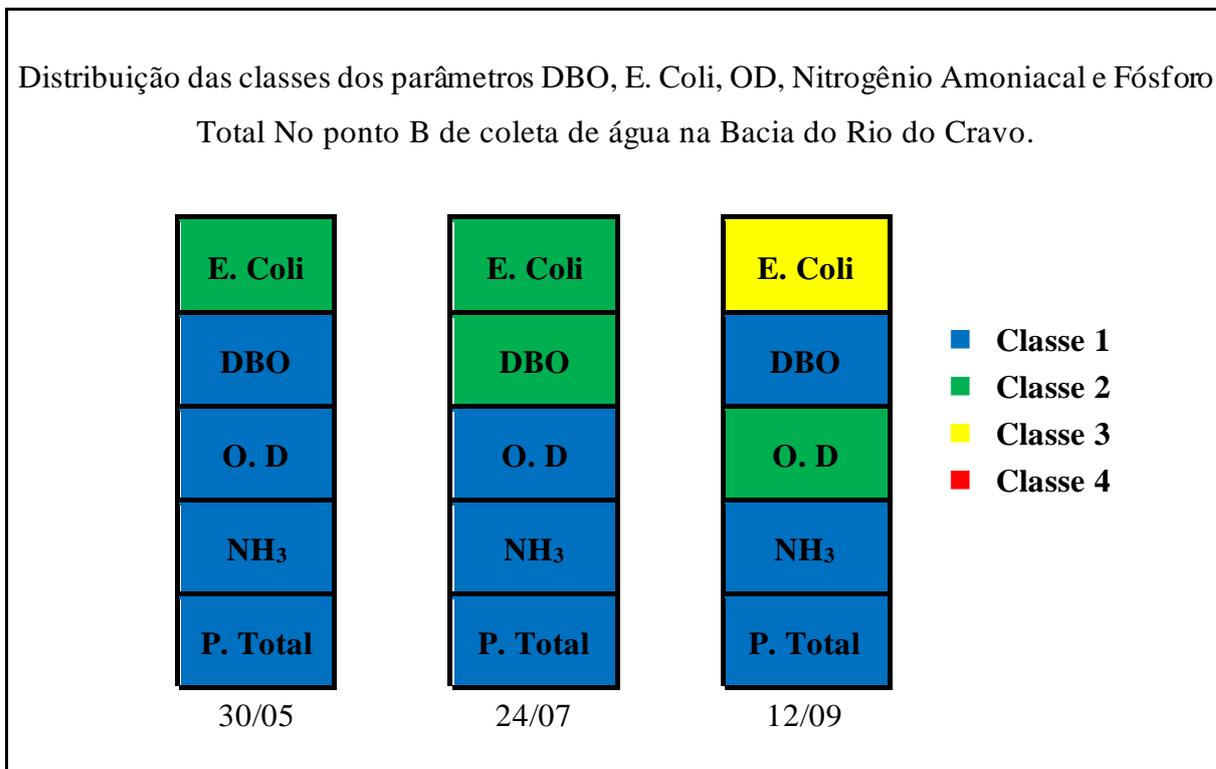
Fonte: Autora

Os parâmetros analisados para a amostra do córrego localizado no Ponto A, Oxigênio Dissolvido (OD), Nitrogênio Amoniacal (NH₃) e Fósforo Total, apresentaram valores compatíveis com a Classe 1 a DBO apresentou duas amostragens na Classe 1 e uma na Classe

2. O parâmetro relacionado a presença de *Coliformes* e *E. Coli* enquadraram-se em duas campanhas como Classe 3 e em uma outra na classe 2.

No quadro 10 a seguir está demonstrada a classificação das classes de água para a amostra do córrego situado no Ponto B.

Quadro 9 Distribuição das classes dos parâmetros DBO, E. Coli, OD, Nitrogênio Amoniacal e Fósforo Total no córrego no ponto B de coleta de água na Bacia do Rio do Cravo.



Fonte: Autora

Ao observar os parâmetros analisados para a amostra do córrego localizado no Ponto B, Fósforo Total e Nitrogênio Amoniacal (NH₃) apresentaram valores compatíveis com a Classe 01, Oxigênio Dissolvido (OD) e a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) apresentou duas das amostras na Classe 1 e uma na Classe 2, em coletas distintas, por fim ao analisar o parâmetro *Coliformes E. coli*. Obteve-se os piores resultados duas campanhas enquadradas na Classe 2 e uma na classe 3, referente ao mês de setembro.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Água é indispensável para suprir as necessidades humanas, entretanto não é um elemento inesgotável. Em consequência de práticas inadequadas, se tornou recorrente a contaminação e até mesmo a diminuição de disponibilidade de água em nascentes e córregos. O município de Erechim presenciou racionamento de água em anos anteriores, decorrente da falta de chuvas e uma queda no volume do seu principal reservatório e a alternativa foi recorrer a transposição do Rio Do Cravo. O monitoramento da água nesta região se tornou importante para garantir a qualidade da mesma e seus usos.

Constatou-se que a Bacia do Rio do Cravo está em uma região caracterizada pela predominância de áreas de lavoura /campestre 39,65% e solo descoberto 40,45% e possui uma área de floresta de aproximadamente 19%, a qual não apresentou alterações significativas ao longo dos últimos 29 anos. Verificou-se apenas um pequeno desmatamento em regiões pontuais, porém compensado por fragmentos reflorestados.

Ao mapear pontos distintos com relação aos usos e ocupação da terra, foi possível comparar fatores e parâmetros relacionados às condições dos corpos d'água na região. De forma geral, baseado nos experimentos executados, é possível concluir que a qualidade da água foi considerada superior, e classificada predominantemente como boa, na região preservada, caracterizada por mata densa. Os resultados observados no ponto de solo descoberto foram inferiores e o IQA foi classificado majoritariamente como razoável. Isto se deve ao fato do córrego onde está localizado o Ponto A, estar suscetível a várias interferências negativas, constatadas a partir de uma análise macroscópica no em torno do córrego.

Os parâmetros antrópicos investigados em sua maioria apresentaram resultados satisfatórios, exceto pelo parâmetro *Coliforme* que apresentou valores elevados se classificando como de segunda e terceira classe. Entretanto não foi encontrado evidências nesses córregos para confirmar uma possível contaminação por efluentes domésticos.

Através do estudo realizado pode-se afirmar que a água se encontra em condições de abastecimento para complementar a demanda hídrica do município de Erechim. Os dois córregos analisados têm valores de IQA e classificação que permitem que possam ser utilizados para a captação de água e abastecimento, após passarem pelo tratamento convencional. Entretanto é essencial manter a rotina de monitoramento e realizar a avaliação de parâmetros complementares relacionados à presença de contaminantes diversos oriundos de atividades agrícolas desenvolvidas na região. Também a preservação de áreas de mata nativa se mostra

importante, especialmente próximas as nascentes da Bacia do Rio do Cravo, a fim de promover a elevação na qualidade e a quantidade dos recursos hídricos existentes.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Brasil tem cerca de 12% das reservas mundiais de água doce do planeta**. 2010. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/brasil-tem-cerca-de-12-das-reservas-mundiais-de-a.2019-03-15.1088913117>. Acesso em: 13 outubro. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA (ANA); COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Guia nacional de coleta de preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidas**. Brasília, DF: ANA; São Paulo: CETESB, 2011. 327 p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/10/Guia-nacional-de-coleta-e-preservacao-de-amostras-2012.pdf>. Acesso em: 13 outubro. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Indicadores de Qualidade - ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)**. 2004. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 13 outubro. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Política Nacional de Recursos Hídricos**. 2020a. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/gestao-da-agua/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos>. Acesso em: 13 outubro. 2023.

ANA (ed.). **Água no mundo: situação da água no mundo**. Situação da Água no Mundo. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo>. Acesso em: 15 out. 2023.

AOAC: ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF AOAC INTERNATIONAL**. 17th ed., AOAC International, Arlington, 2000.

APHA; AWWA; WEF, **Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater**, 22 ed. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC. 2012.

BAU, Inete Cleide. **Fontes de água são seguras?** estudo de caso em fontes naturais utilizadas para consumo humano na APA dos rios ligeirinho e leãozinho, município de Erechim - RS. 2023. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim - RS, 2022.

BAU, Wesller; MURARA, Pedro Germano. **Análise do episódio extremo de seca no município de Erechim-RS.** 2018. Resumo - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim - RS, 2018.

BERNARDI, Lidiane. **Rio Tigre: regeneração depende do empenho de todos.** 2015. Elo Verde. Disponível em: Rio Tigre: regeneração depende do empenho de todos. Acesso em: 16 out. 2023.

BRASIL, CNN. **Desmatamento no Brasil: como começou, causas e cenário atual.** 2021. Sistema de Alertas de Desmatamento. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/desmatamento-no-brasil/>. Acesso em: 20 out. 2023.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria N° 888 de 4 de maio de 2021.** Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n° 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial União. 07 maio 2021, ed.: 85, Seção: 1, p. 127. 2021a. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 15 out. 2023.

BRASIL. **Resolução CONAMA n° 357 de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicado no D.O.U. CONAMA. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 19 out. 2023.

CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente:** CONAMA. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 25 nov. 2023.

CPRM: Serviço Geológico do Brasil. **Manual Medição in loco: Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido.** 2007. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/gestao_territorial/geologia_medica/manual_medicoes_T_%20pH_OD.pdf. Acesso em: 28 mai. 2023

ENGENHARIA, AmbScience. **Qualidade ideal de água para o consumo humano.** Disponível em: <https://ambscience.com/qualidade-da-agua-qual-a-ideal-para-consumo-humano/>. Acesso em: 16 out. 2023

ENTAAL Engenharia, Tratamento de Água e Análises Ltda. **Plano municipal de saneamento básico Erechim - RS.** 2 ed. 2015. Disponível em: <https://www.pmerechim.rs.gov.br/download/50269>. Acesso em: 13 outubro. 2023.

Fundação Estadual de Proteção Ambiental FEPAM. **Qualidade da água superficial nas regiões hidrográficas do RS (Guaíba, Litoral e Uruguai).** Porto Alegre: Comissão Editorial da Fepam, 2023. 51 p.

FERREIRA, Ivanir. **Desmatamento aumenta ambientes de água parada e afeta biodiversidade na Amazônia.** 2020. Jornal da USP. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/desmatamento-aumenta-ambientes-de-agua-parada-e-afeta-biodiversidade-naamazonia/> Acesso em: 16 out. 2023.

Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual prático de análise de água.** 4 ed. 2013. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf. Acesso em: 18 jun. 2023

FRONTEIRAS, Geo Sem. **Geoprocessamento.** 2017. Disponível em: <https://geosemfronteiras.org/categorias/geoprocessamento/>. Acesso em: 30 out. 2023.

FRONTEIRAS, Geo Sem. **Análise de uso e cobertura do solo.** 2017. Disponível em: <https://geosemfronteiras.org/blog/analise-de-uso-e-cobertura-do-solo/>. Acesso em: 30 out. 2023.

GOMES, PM; MELO, C. de; VALE, VS. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica. **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 32, 2006.

DOI: 10.14393/SN-v17-2005-9169. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadnatureza/article/view/9169>. Acesso em: 11 dez. 2023.

Guia de avaliação de da qualidade das águas, 2004 In: http://www.rededasaguas.org.br/observando/guia_de_avaliacao_de_qual_agua.doc. Data de acesso: 12/10/2021

INPE. **Estudo internacional avalia causas da crise hídrica no Sudeste do Brasil**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: http://www.inpe.br/urc/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=4035. Acesso em: 13 out. 2023.

JENSEN, Jonh R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente**. São José dos Campos SP: Parentese, 2009. 598 p.

LOCH, Salus. **Erechim 105 anos: um bom lugar para investir, viver e ser feliz**. Um bom lugar para investir, viver e ser feliz. 2023. Prefeitura Municipal de Erechim. Disponível em: https://www.pmerechim.rs.gov.br/uploads/Livro_Erechim_105_anos.pdf. Acesso em: 18 out. 2023.

MARIZILDA CRUPPE. Greenpeace. **Desmatamento: A falta de água começa aqui**. 2015. Greenpeace. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/brasil/blog/desmatamento-a-falta-de-agua-comeca-aqui/>. Acesso em: 16 out. 2023.

MMA. **Água**. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/agua.html>. Acesso em: 15 out. 2023.

MÜLLER, Ígor dalla Rosa. **Transposição do Rio do Cravo: Obra garante abastecimento**. 2021. Jornal Bom Dia. Disponível em: <https://www.jornalbomdia.com.br/noticia/45347/transposicao-do-rio-cravo-obra-garante-abastecimento>. Acesso em: 18 out. 2023.

NATAL/ RN. Ti/Inpe. Inpe - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (ed.). **Perguntas Frequentes**. 2017. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. Disponível em:

<http://www.inpe.br/faq/index.php?pai=6#:~:text=At%C3%A9%20agora%2C%20cerca%20de%20729%20desmatados%20nos%20%C3%BAltimos%2020%20anos!> Acesso em: 16 out. 2023.

OMS - OPAS BRASIL. OMS: 2,1 bilhões de pessoas não têm água potável em casa e mais do dobro não dispõem de saneamento seguro. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5458:oms-2-1-bilhoes-de-pessoas-nao-tem-agua-potavel-em-casa-e-mais-do-dobro-nao-dispoem-de-saneamento-seguro&Itemid=839. Acesso em: 18 jun. 2023.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Água potável no mundo**. 2023. Disponível em: <https://www.preparaenem.com/geografia/agua-potavel-no-mundo.htm>. Acesso em: 13 out. 2023.

RELAÇÃO ENTRE USO DO SOLO E COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JOÃO LEITE. Campina Grande, Pb: Agriambi, 14 nov. 2023.

SNIS. Instituto Água e Saneamento. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/rs/erechim>. Acesso em: 13 out. 2023.

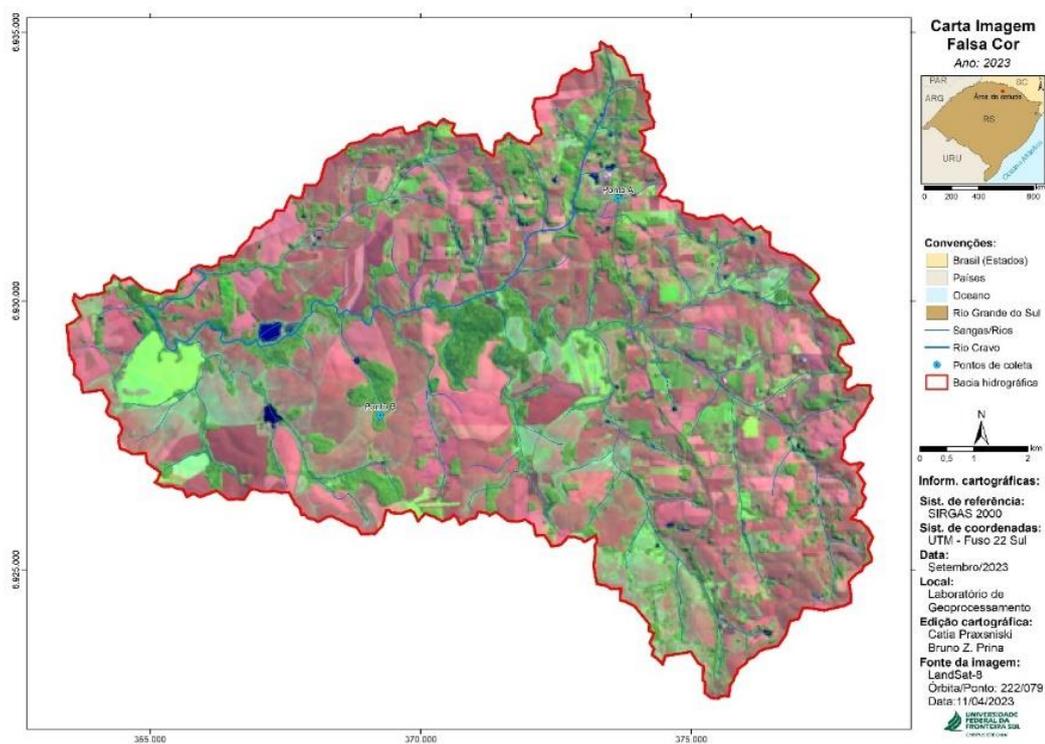
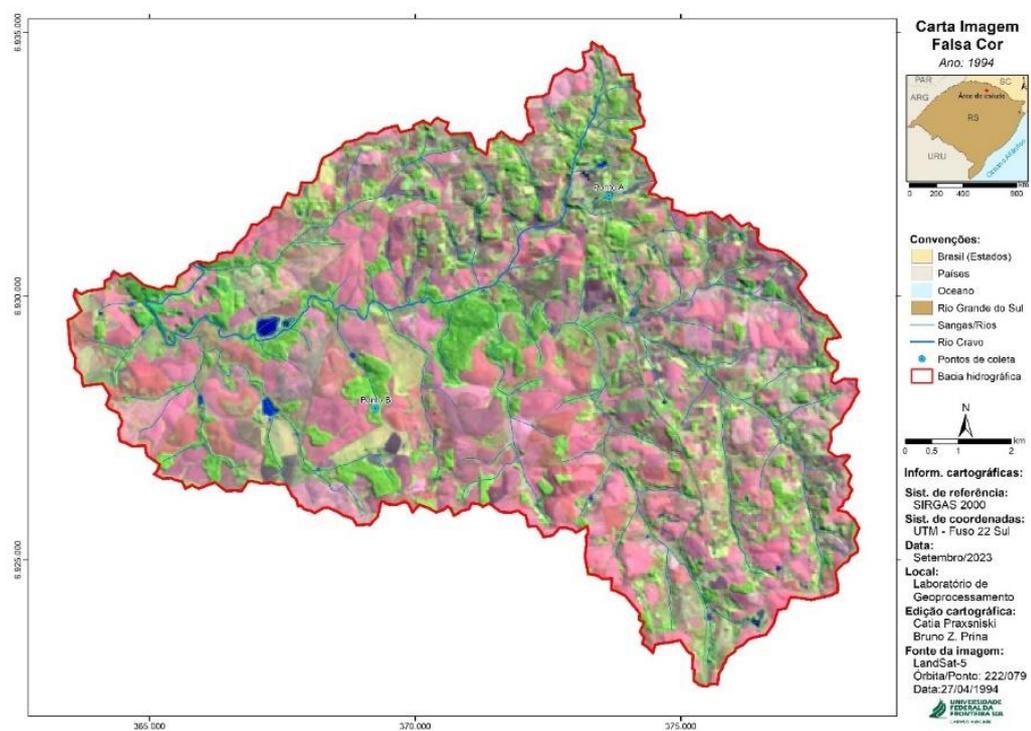
SNIS, Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento -. **FONTES E NOTAS TÉCNICAS**. SNIS. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/fontes-notas-tecnicas#snis>. Acesso em: 13 out. 2023.

STEIN, Ronei Tiago *et al.* **Cartografia digital e sensoriamento remoto**. Porto Alegre: Sagah, 2020. 295 p.

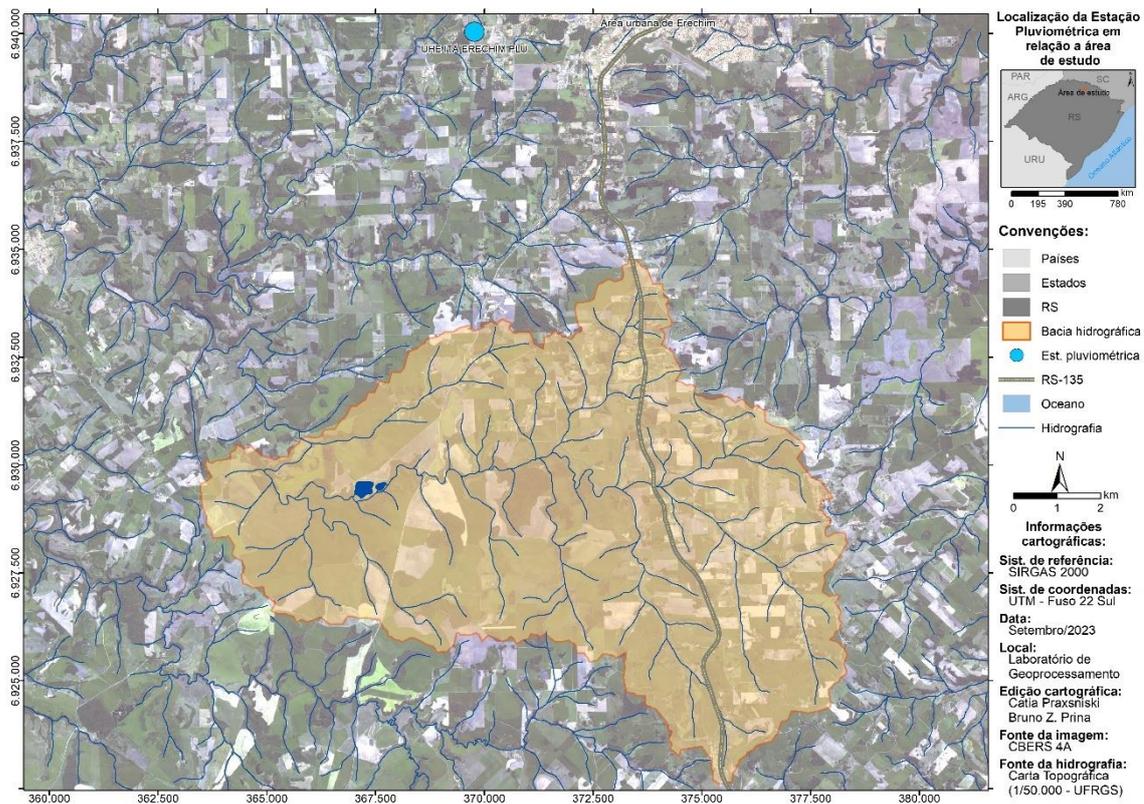
Vigilância e controle da qualidade da água para o consumo humano. 2006. Ministério da Saúde. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf. Acesso em: 15 out. 2023.

7 APÊNDICES

7.1 APÊNDICE A – Imagem carta falsa cor para os anos de 1994 e 2023



7.2 APÊNDICE B – Localização da Estação Pluviométrica em relação a área de estudo.



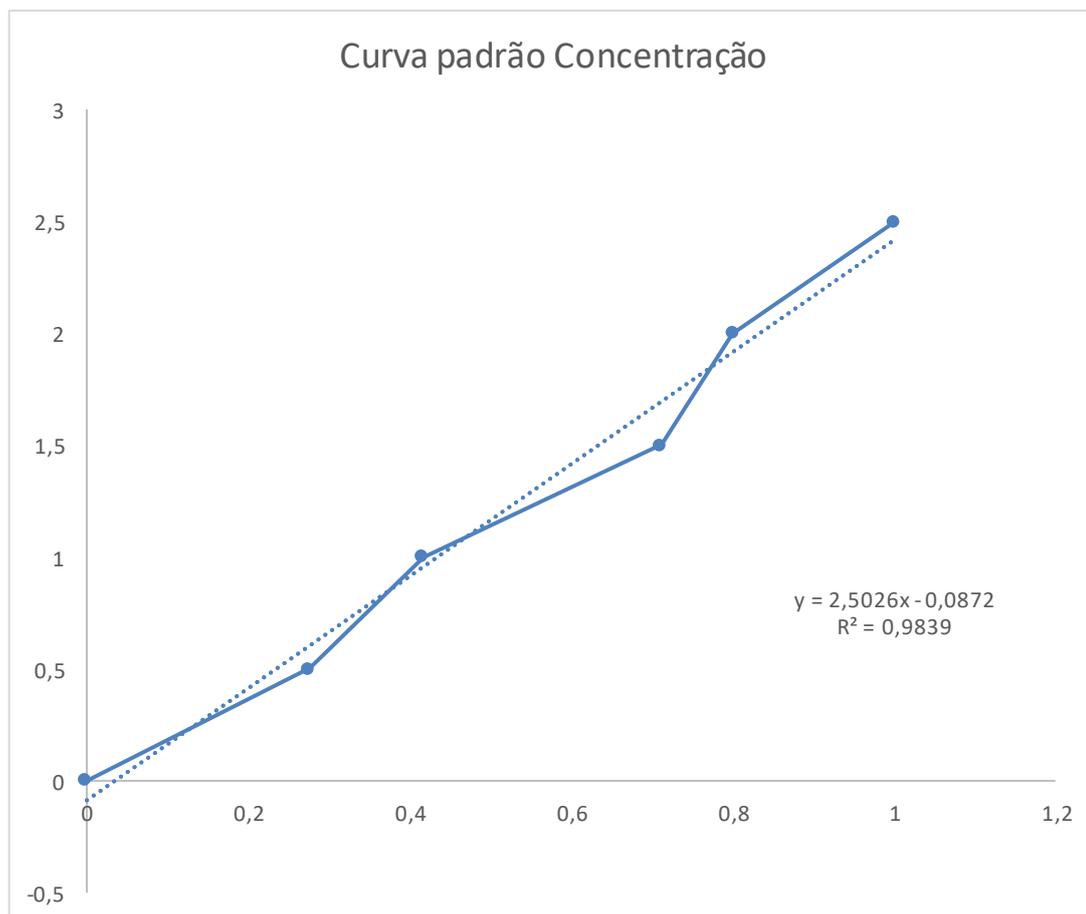
7.3 APÊNDICE C – Resultados obtidos através da Sonda multiparâmetro portátil YSI Professional Plus

PARÂMETROS	Região de solo descoberto			Região de Mata Nativa		
	27/06	24/07	12/09	30/05	24/07	12/09
Temperatura (°C)	17,3	17,2	18	15,7	17,7	18,3
Pressão Atmosférica (mmHg)	701,6	704,4	697,2	705,8	707,6	700,2
Oxigênio Dissolvido (%)	78	77	71	69	75	63
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	6,9	6,8	6,1	6,3	6,8	5,5
Condutividade específica (SPC) (mS/-cm)	0,185	0,2	0,216	0,071	0,109	0,138
Condutividade elétrica (mS/-cm)	157,5	170	187,1	58,6	93,4	120
Resistividade (Ω -cm)	6347,7	5882,2	5345,1	17054,6	10703,0	8353,8
	3	9	1	9	7	1
Sólidos totais dissolvidos (TDS) (mg/l)	120,25	130,00	140,40	46,15	70,85	89,05
Salinidade (ppt)	0,09	0,09	0,1	0,03	0,05	0,06
pH	5,92	6,22	6,96	6,23	6,48	7,05

7.4 APÊNDICE D – Curva padrão para nitrato λ 205 nm para as amostras dos córregos no ponto A e B para todas as campanhas.

Concentração	Absorbância
0,5	0,276
1,0	0,416
1,5	0,711
2,0	0,801
2,5	1,002

Gráfico 2 Curva padrão para nitrato λ 205 nm para as amostras dos córregos no ponto A e B.

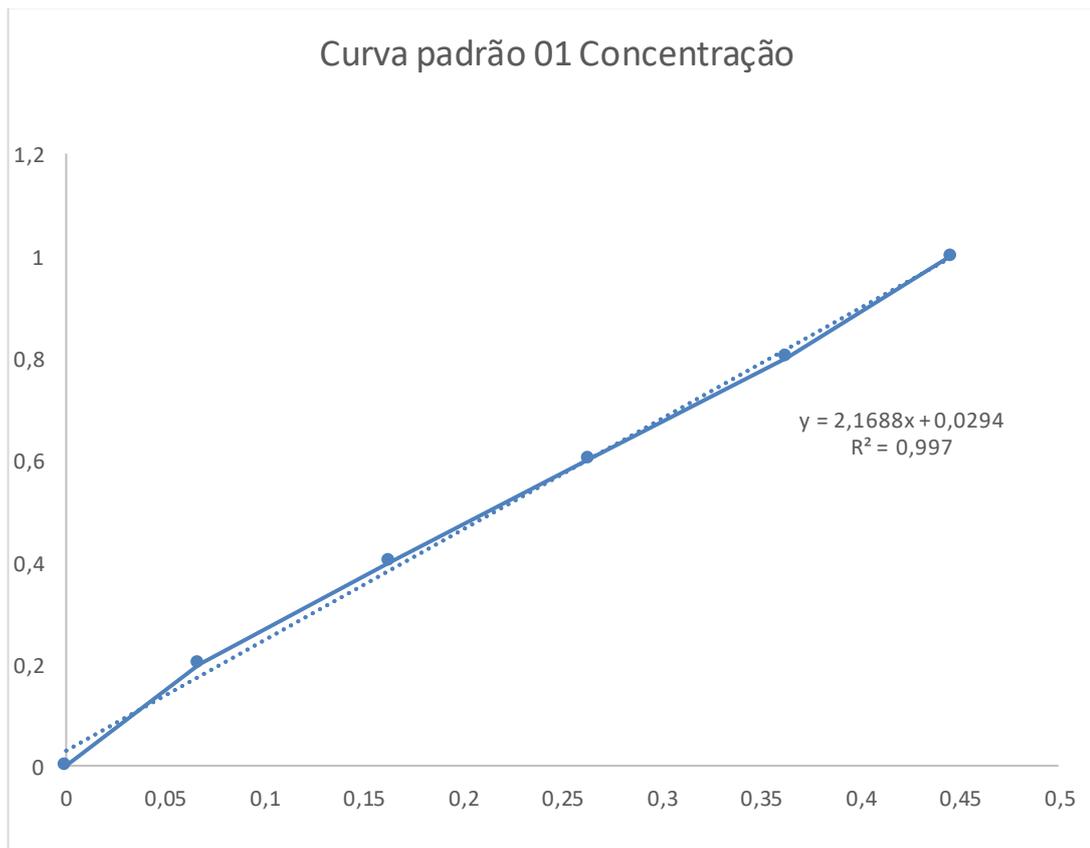


7.5 APÊNDICE: Curva padrão para fósforo λ 880 nm, para amostra do córrego no ponto B primeira coleta

Data: 27/06/2023

Concentração	Absorbância
0,5	0,276
1,0	0,416
1,5	0,711
2,0	0,801
2,5	1,002

Gráfico 3 Curva padrão para fósforo λ 880 nm, para amostra do córrego no ponto B para primeira coleta



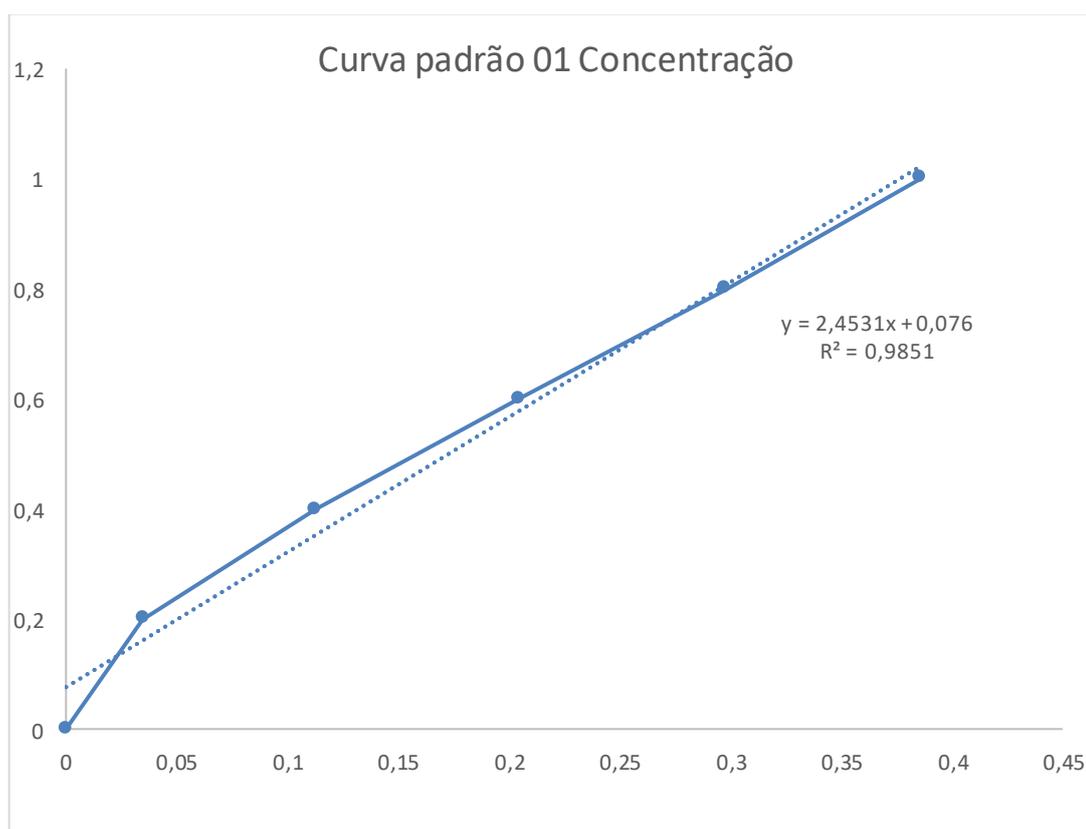
7.6 APÊNDICE F: Curva padrão para fósforo λ 880 nm, para amostra do córrego no ponto

A primeira coleta

Data: 30/05/2023

Concentração	Absorbância
0,5	0,276
1,0	0,416
1,5	0,711
2,0	0,801
2,5	1,002

Gráfico 4 Curva padrão para fósforo λ 880 nm, para amostra do córrego no ponto A primeira coleta

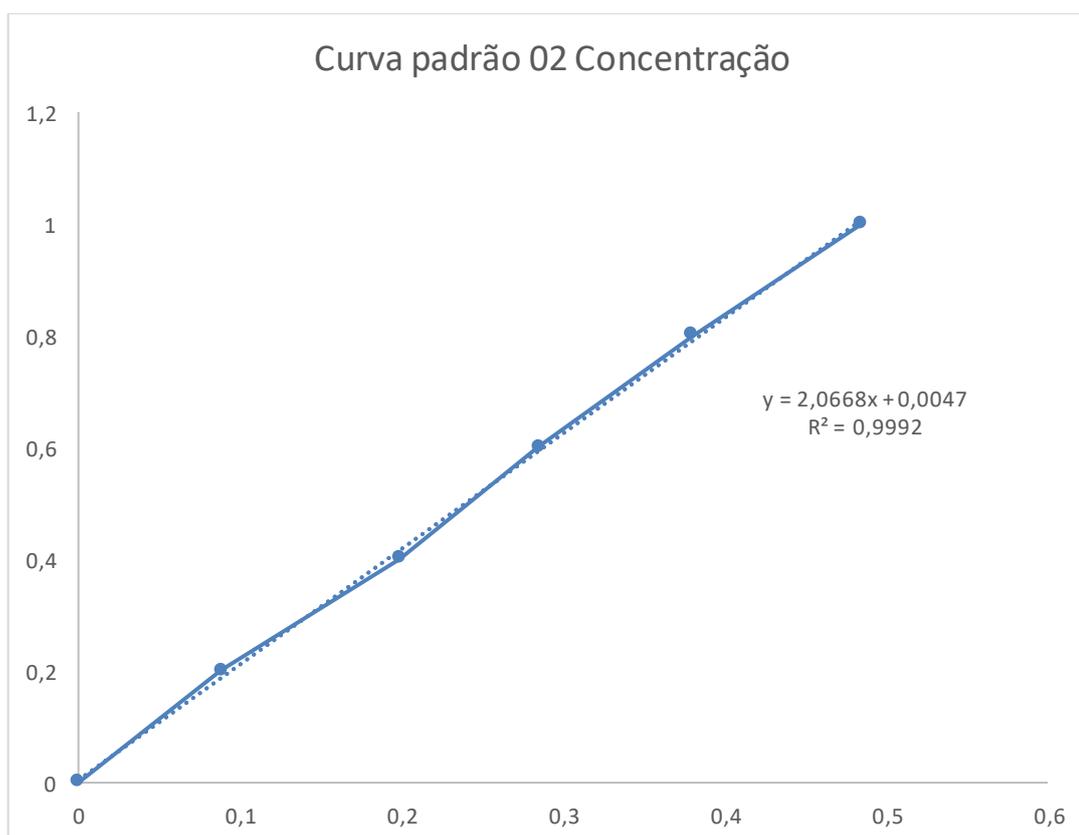


7.7 APÊNDICE G: Curva padrão para fósforo λ 880 nm, para amostra do córrego no ponto A e B segunda coleta

Data: 24/07/2023

Concentração	Absorbância
0,5	0,276
1,0	0,416
1,5	0,711
2,0	0,801
2,5	1,002

Gráfico 5 Curva padrão para fósforo λ 880 nm, para amostra do córrego no ponto A e B segunda coleta



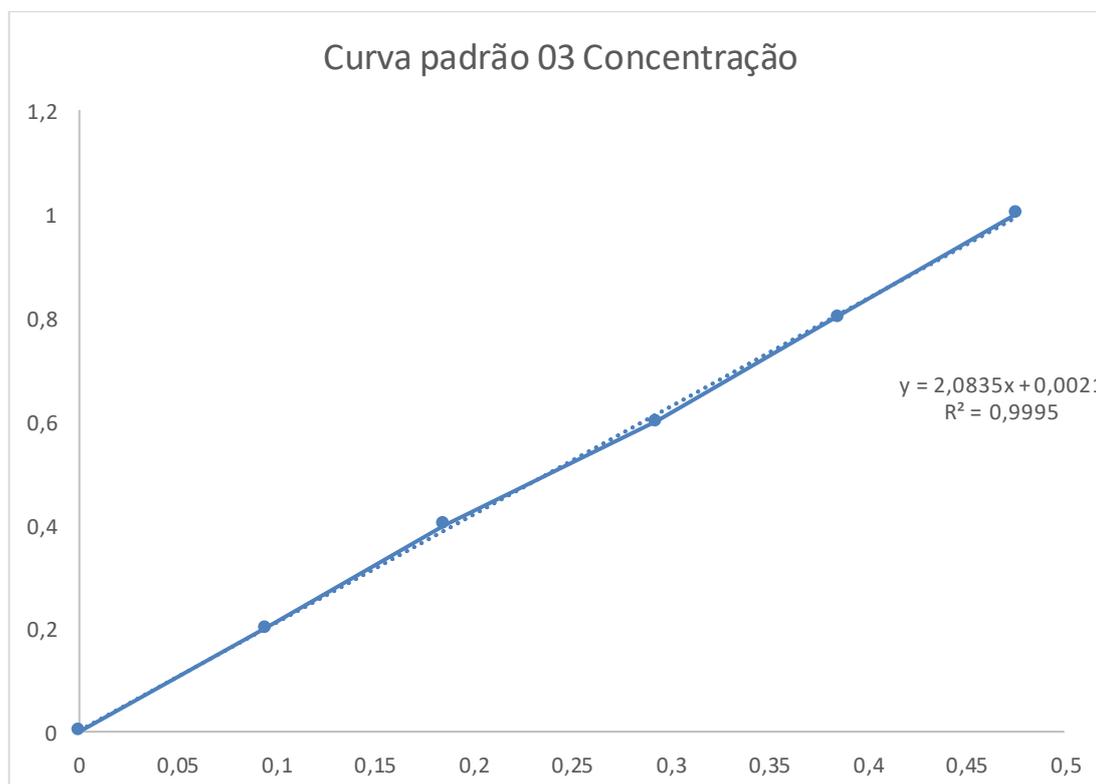
7.8 APÊNDICE H: Curva padrão para fósforo λ 880 nm, para amostra do córrego no ponto

A e B terceira coleta

Data:12/09/2023

Concentração	Absorbância
0,5	0,276
1,0	0,416
1,5	0,711
2,0	0,801
2,5	1,002

Gráfico 6 Curva padrão para fósforo λ 880 nm, para amostra do córrego no ponto A e B terceira coleta



7.9 APÊNDICE J – Cálculo do IQA com pontuação para todos os pontos.

Primeira coleta ponto A			
Nome do parâmetro	Resultado da Amostra	qi	w
Coliformes Termotolerantes	1600	24,36	0,15
pH	5,92	54,71	0,12
DBO	3,473	65,01	0,10
Turbidez	11	80,25	0,08
Nitrogênio Total	5,99	55,86	0,10
Fósforo Total	0	100,00	0,10
Temperatura	0	92,00	0,10
Resíduos Total	120,25	78,24	0,08
OD	78	85,96	0,17
IQA pelo produtório	-	63,33	1
IQA pelo somatório	-	68,80	1

Segunda coleta ponto A			
Nome do parâmetro	Resultado da Amostra	qi	w
Coliformes Termotolerantes	1600	24,36	0,15
pH	6,22	65,65	0,12
DBO	2,775	70,89	0,10
Turbidez	13,33	76,60	0,08
Nitrogênio Total	10,29	44,60	0,10
Fósforo Total	0	100,00	0,10
Temperatura	0	92,00	0,10
Resíduos Total	130	77,73	0,08
OD	77	84,76	0,17
IQA pelo produtório	-	63,42	1
IQA pelo somatório	-	69,04	1

Terceira Coleta do ponto A			
Nome do parâmetro	Resultado da Amostra	qi	w
Coliformes Termotolerantes	170	43,91	0,15
pH	6,96	87,41	0,12
DBO	2,751	71,10	0,10
Turbidez	13,33	76,60	0,08
Nitrogênio Total	12,7	40,23	0,10
Fósforo Total	0	100,00	0,10
Temperatura	0	92,00	0,10
Resíduos Total	140,4	77,11	0,08
OD	71	76,89	0,17
IQA pelo produtório	-	69,77	1
IQA pelo somatório	-	72,78	1

Primeira coleta ponto B			
Nome do parâmetro	Resultado da Amostra	qi	w
Coliformes Termotolerantes	350	37,62	0,15
pH	6,23	66,01	0,12
DBO	2,249	75,66	0,10
Turbidez	23	63,13	0,08
Nitrogênio Total	0,99	93,30	0,10
Fósforo Total	0	100,00	0,10
Temperatura	0	92,00	0,10
Resíduos Total	46,15	79,99	0,08
OD	69	74,06	0,17
IQA pelo produtório	-	70,80	1
IQA pelo somatório	-	73,70	1

Segunda coleta ponto B			
Nome do parâmetro	Resultado da Amostra	qi	w
Coliformes Termotolerantes	500	34,50	0,15
pH	6,48	74,55	0,12
DBO	3,193	67,31	0,10
Turbidez	2,67	94,80	0,08
Nitrogênio Total	3,97	64,41	0,10
Fósforo Total	0	100,00	0,10
Temperatura	0	92,00	0,10
Resíduos Total	70,85	79,84	0,08
OD	75	82,26	0,17
IQA pelo produtório	-	71,02	1
IQA pelo somatório	-	74,45	1

Terceira coleta ponto B			
Nome do parâmetro	Resultado da Amostra	qi	w
Coliformes Termotolerantes	1600	24,36	0,15
pH	7,05	89,08	0,12
DBO	1,676	81,23	0,10
Turbidez	2,33	95,45	0,08
Nitrogênio Total	3,55	66,74	0,10
Fósforo Total	0	100,00	0,10
Temperatura	0	92,00	0,10
Resíduos Total	89,05	79,45	0,08
OD	63	65,19	0,17
IQA pelo produtório	-	67,70	1
IQA pelo somatório	-	73,42	1

