

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

JANAINA CAMILA SOARES DE MELO

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE NASCENTES DA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA DO ARROIO ENCANTADO NO MUNICÍPIO DE
CERRO LARGO/RS

CERRO LARGO

2023

JANAINA CAMILA SOARES DE MELO

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE NASCENTES DA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA DO ARROIO ENCANTADO NO MUNICÍPIO DE
CERRO LARGO/RS**

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. Mario Sergio Wolski

Co-orientador: Prof.^a Dr.^a Manuela Gomes Cardoso – UFFS

CERRO LARGO

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Melo, Janaina Camila Soares de
ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE NASCENTES DA
MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO ENCANTADO NO MUNICÍPIO
DE CERRO LARGO/RS / Janaina Camila Soares de Melo. --
2023.
63 f.:il.

Orientador: Doutor Mario Sergio Wolski
Co-orientadora: Doutora Manuela Gomes Cardoso
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária, Cerro
Largo,RS, 2023.

1. Nascentes. 2. Degradação. 3. Preservação. 4.
Arroio Encantado. I. Wolski, Doutor Mario Sergio,
orient. II. , Doutora Manuela Gomes Cardoso, 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).

JANAINA CAMILA SOARES DE MELO

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE NASCENTES DA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA DO ARROIO ENCANTADO NO MUNICÍPIO DE
CERRO LARGO/RS**

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 bacharela.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 07/02/2023.

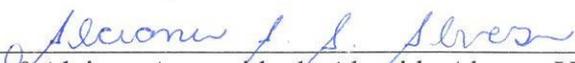
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Mario Sergio Wolski – UFFS
Orientador



Prof.ª Dr.ª Juliana Marques Schontag – UFFS
Avaliadora



Prof. Dr.ª Alcione Aparecida de Almeida Alves – UFFS
Avaliadora

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Jorge e Marcia, pelo apoio demonstrada ao longo de minha formação aos meus irmãos Antônio, Eduardo e Isabeli pelo apoio e carinho. Ao meu orientador Prof.^o Mario Sergio Wolski, por toda dedicação, compreensão e ensinamentos, a Prof.^a Dr.^a Manuela Gomes Cardoso que sempre se fez presente auxiliando na escrita e contribuindo com sugestões que foram indispensáveis para execução desta pesquisa.

Agradeço a minha turma de 2018 que se manteve unida, gerando laços de amizade para a vida, em especial ao Mateus Martelli que me auxiliou nas coletas realizadas ao longo deste trabalho, a minha amiga Jéssica que dividiu todos os momentos da graduação comigo. Também agradeço a Prof.^a Dr.^a Alcione Aparecida de Almeida Alves, docente do componente curricular Trabalho de Conclusão de Curso, por todos os ensinamentos e pela paciência com a qual guiaram meu aprendizado e pelo grande incentivo ao percorrer do curso.

Agradeço a todos os demais docentes da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), pelos ensinamentos no decorrer destes anos, e à UFFS pela oportunidade de formação através do ensino superior público de qualidade.

“Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende.”

Leonardo da Vinci

RESUMO

A importância das nascentes para a formação dos corpos hídricos que servirão como fonte de abastecimento humano é indispensável. Vinculado a isto, existem os impactos ambientais naturais e os que acabam sendo causados por interferência do homem, que contribui acelerando essa escassez. Para se ter a compreensão desses problemas, este estudo irá identificar e analisar a qualidade da água que se encontram as nascentes da microbacia hidrográfica do Arroio Encantado no município de Cerro Largo Rio Grande do Sul. No decorrer das investigações feitas no local e de fatores que colaboram para a degradação dessas nascentes, foi definida a realização das seguintes análises físico-químicas e bacteriológica, como cor aparente e verdadeira, turbidez, condutividade, sólidos totais, temperatura, pH, nitrogênio total, oxigênio dissolvido, fósforo total e coliformes totais. As coletas nas nascentes ocorreram no período de cheia e estiagem (primavera e verão), tendo suas localizações obtidas utilizando rastreadores GNSS e campanhas a campo. O cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA) foi realizado a partir da determinação de sete parâmetros como, oxigênio dissolvido (OD), pH, temperatura, sólidos totais, Nitrogênio total, turbidez e fósforo total. Por fim, compararam-se alguns parâmetros com a Resolução CONAMA 357/2005, uma vez que há parâmetros que não são abordados pelo CONAMA 357/2005. Os resultados para o IQA das nascentes da microbacia hidrográfica do Arroio Encantado foram classificados como “aceitáveis”, vale ressaltar ainda que durante a segunda coleta duas nascentes encontraram sem vazão devido à seca no município. Para trabalhos futuros, foi sugerido realizar a determinação dos parâmetros Coliformes termotolerantes e Demanda bioquímica de oxigênio (DBO), pois a classificação do IQA poderá ser alterada. O parâmetro fósforo total, utilizados para o cálculo do IQA apresentou concentrações acima do limite permitido pela Resolução CONAMA 357/2005 para classe 1. Através dos resultados, pode-se observar a atual situação das nascentes do Arroio Encantado.

Palavras-chave: nascentes; degradação; preservação; Arroio Encantado

ABSTRACT

The importance of springs for the formation of water bodies that will serve as a source of human supply is indispensable. Linked to this, there are natural environmental impacts and those that end up being caused by human interference, which contributes to accelerating this scarcity. In order to understand these problems, this study will identify and analyze the water quality found at the sources of the Arroio Encantado hydrographic microbasin in the municipality of Cerro Largo, Rio Grande do Sul. During the investigations carried out at the site and the factors that contribute to the degradation of these springs, the following physical-chemical and bacteriological analyzes were carried out, such as apparent and true color, turbidity, conductivity, total solids, temperature, pH, total nitrogen, dissolved oxygen, total phosphorus and total coliforms. The collections at the springs occurred during the flood and dry season (spring and summer), with their locations obtained using GNSS trackers and field campaigns. The calculation of the Water Quality Index (WQI) was performed from the determination of seven parameters such as dissolved oxygen (DO), pH, temperature, total solids, total nitrogen, turbidity and total phosphorus. Finally, some parameters were compared with CONAMA Resolution 357/2005, since there are parameters that are not covered by CONAMA 357/2005. The results for the WQI of the springs of the Arroio Encantado hydrographic microbasin were classified as “acceptable”, it is worth mentioning that during the second collection two springs found no flow due to the drought in the municipality. For future work, it was suggested to determine the parameters Thermotolerant Coliforms and Biochemical Oxygen Demand (BOD), as the WQI classification could be changed. The total phosphorus parameter, used for the calculation of the IQA, presented concentrations above the limit allowed by CONAMA Resolution 357/2005 for class 1. Through the results, the current situation of the sources of the Arroio Encantado can be observed.

Keywords: springs; degradation; preservation; Enchanted Stream

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Modelos de nascentes	19
FIGURA 2 – Área de preservação ambiental em torno de uma nascente perene.....	27
FIGURA 3 – Fluxograma de atividades	30
FIGURA 4 – Mapa de localização do município de Cerro Largo/RS	31
FIGURA 5 – Mapa da localização dos quatro pontos escolhidos	37
FIGURA 6 – Fotografias das 4 nascentes analisadas neste estudo, localizadas no município de Cerro Largo/RS.....	38
FIGURA 7 – Valores de pH quantificados nas amostras das nascentes em estudo	41
FIGURA 8 – Amostras positivas por coliformes totais das nascentes em estudo.....	43
FIGURA 9 – Temperaturas quantificadas nas nascentes em estudo.	44
FIGURA 10 – Valores de turbidez quantificados nas amostras das nascentes em estudo.	45
FIGURA 11 – Valores de condutividade quantificados nas nascentes em estudo.	46
FIGURA 12 – Valores de fósforo total quantificados nas amostras das nascentes em estudo ..	47
FIGURA 13 – Valores de Oxigênio Dissolvido (OD)quantificados nas nascentes em estudo ..	49
FIGURA 14 – Valores de Nitrogênio quantificados nas nascentes em estudo	50
FIGURA 15 – Cor Verdadeira e Aparente quantificados nas nascentes em estudo.....	51
FIGURA 16 – Cor Aparente quantificados nas nascentes em estudo	52
FIGURA 17 – Valores de Sólidos totais quantificados nas nascentes em estudo	53
QUADRO 1 – Modelos de nascentes e suas ocorrências/caracterização.	18
QUADRO 2 – Principais fontes de poluentes, conjuntamente com os seus efeitos poluidores mais representativos	21
QUADRO 3 – Parâmetros utilizados no cálculo do IQA e seus conceitos/definições.....	25
QUADRO 4 – Parâmetros analisados juntamente com sua metodologia e equipamento.	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e respectivo peso.	22
Tabela 2 – Distribuição dos pesos para os Parâmetros de Qualidade da Água do IQA	23
Tabela 3 – Faixas para classificação do IQA.	24
Tabela 4 – Padrões normativos classe 1 água doce para qualidade da água referentes aos parâmetros avaliados no estudo	34
Tabela 5 – Localização dos pontos monitorados.	36
Tabela 6 – Valores dos parâmetros referentes a primeira coleta	39
Tabela 7 – Valores dos parâmetros referentes a segunda coleta	40
Tabela 8 – Resultados dos parâmetros obtidos para o cálculo do IQA.	54
Tabela 9 – Redistribuição dos pesos para os Parâmetros de Qualidade da Água do IQA.....	55
Tabela 10 – Resultado do IQA para cada ponto de amostragem.	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RS	Rio Grande do Sul
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
SIC	Serviço de Informação ao Cidadão
OD	Oxigênio Dissolvido
pH	Potencial Hidrogeniônico
UNT	Unidade Nefelométrica de Turbidez
APP	Área de Preservação Permanente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional dos Recursos Hídricos
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
VMP	Valores Máximos Permitidos
IQA	Índice de Qualidade da Água

LISTA DE SÍMBOLOS

- Σ Somatório
- Π Constante de Arquimedes

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVO GERAL	15
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.3	JUSTIFICATIVA.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO	16
2.1.1	MICROBACIAS COMO UNIDADES NATURAIS DE PLANEJAMENTO	17
2.2	NASCENTES.....	17
2.2.1	CLASSIFICAÇÃO DAS NASCENTES.....	20
2.2.2	QUALIDADE DA ÁGUA EM NASCENTES	20
2.2.2.1	POLUIÇÃO HÍDRICA.....	21
2.2.2.2	ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS	22
2.2.2.3	PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	24
2.2.3	NASCENTES NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA.....	26
2.2.4	CONSERVAÇÃO DAS NASCENTES	28
2.3	GEOPROCESSAMENTO	28
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	29
3.2	COLETAS E PRESERVAÇÃO DE AMOSTRAS	31
3.3	PARÂMETROS ANALISADOS	31
3.4	DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE QUALIDADE DA ÁGUA.....	34
3.4.1	ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1	LOCALIZAÇÃO DAS 4 NASCENTES	38
4.1.1	CARACTERIZAÇÃO DAS 4 NASCENTES.....	38
4.2	AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA	38
4.1.1	CONCENTRAÇÃO HIDROGENIÔNICA – (pH)	40
4.1.2	COLIFORMES TOTAIS	41
4.1.3	TEMPERATURA.....	42
4.1.4	TURBIDEZ.....	44
4.1.5	CONDUTIVIDADE	45

SUMÁRIO

4.1.7	OXIGÊNIO DISSOLVIDO – (OD)	47
4.1.8	NITROGÊNIO	49
4.1.9	COR VERDADEIRA	50
4.1.10	COR APARENTE	51
4.1.11	SÓLIDOS TOTAIS	52
4.3	AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	53
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
	REFERÊNCIAS.....	57

1 INTRODUÇÃO

Um dos recursos mais valioso é a água, pois, está presente em toda a atividade humana, animal e vegetal, além de compor 75 % da superfície do planeta Terra, desta forma com o avançar do desenvolvimento populacional e econômico, a qualidade e a quantidade das águas vêm sendo cada vez mais afetadas, uma vez, que o desenvolvimento populacional e econômico aumenta a demanda por água e provocam alterações de ordem física, química e biológica nos ecossistemas aquáticos (SOUZA *et al.*, 2014).

Desta maneira, cada vez mais as nascentes são cruciais para as microbacias, pois originam os cursos de água que servem para abastecimento humano, com isso, uma nascente ideal é aquela que fornece água de boa qualidade e em quantidade contínua (COSTA, 2011).

A Resolução CONAMA 302/2002 define nascente como sendo o local onde a água aflora naturalmente do solo, mesmo que de forma intermitente (BRASIL 2002). A qualidade da água na nascente pode sofrer alterações, se influenciada por várias fontes irregulares, associadas ao seu uso inadequado e desmatamento ao seu entorno (DAVIS *et al.*, 2017).

A encargo de proteção das bacias hidrográficas, devido a vários usos errôneos, a legislação brasileira, por meio da Lei n° 12.651 de 25 de maio de 2012, estabelece que as mesmas sejam áreas de preservação permanente (APP), possuindo um raio mínimo de 50 metros de distância do seu entorno onde pode ou não ser ocupado por vegetação nativa. Logo a geotecnologia acaba-se destacando neste processo, pois, através do mesmo consegue-se saber se as áreas de APPs e se estão ou não de acordo com a legislação brasileira.

Com isso, a geotecnologia se encontra presente no monitoramento das bacias hidrográficas e nascentes, pois, através do monitoramento feito com essa ferramenta consegue-se tomar decisões sobre a conservação destes ambientes. O uso do geoprocessamento deste modo proporciona o gerenciamento dos dados feitos no monitoramento, além de ser mais preciso e rápido e fazer a identificação de áreas que sofrem com a degradação (PINTO, 2003).

Considerando a extrema importância da preservação dos recursos hídricos, a proposta deste estudo foi avaliar a qualidade da água nas quatro nascentes da microbacia hidrográfica do Arroio Encantado no município de Cerro Largo/ RS, além de verificar se se encontram dentro de APPs, tendo como intuito de oferecer contribuições para a proteção e conservação de nascentes além de fazer o georreferenciamento da área com a coleta de coordenadas que serão exibidas em mapas.

1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a qualidade da água das nascentes da microbacia hidrográfica do Arroio Encantado no município de Cerro Largo/RS.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A) Localizar áreas de APPs onde serão encontradas as nascentes;
- b) Avaliar a qualidade da água nas 4 nascentes do Arroio Encantado localizado no município de Cerro Largo/RS.

1.3 JUSTIFICATIVA

Atualmente, as nascentes vêm sendo impactadas por atividades humanas em sua grande maioria para manejo do solo, dessedentação animal, e desmatamento da mata ciliar para plantio, e como consequência isso acaba prejudicando as nascentes e atingindo essas áreas que deveriam ser de preservação permanentes. Por esse motivo foi analisada a qualidade da água de quatro nascentes localizadas no município de Cerro Largo/RS e georreferenciadas para que se possa identificar e se preciso for restaurar áreas que estejam sendo impactando.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Constitui-se de revisões de trabalhos monografia, dissertações, artigos e leis relacionados as microbacias hidrográficas que englobam nascentes, seu cadastramento, sua conservação e recuperação, a legislação ambiental referente a proteção dessas, APPs, parâmetros de qualidade das águas, além de estabelecer sua relação com a sociedade e a natureza. Essa revisão foi feita com o intuito de introduzir conceitos teóricos que foram tratados no presente estudo.

2.1 BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO

Conforme o art.1º, item V da Lei Federal nº 9.433/1997, bacia hidrográfica vem a ser definida como uma unidade onde se faz a implantação da Política Nacional de recursos hídricos (PNRH) e suas atividades como a administração de conflitos pertinentes, preservação e recuperação de áreas afetadas, utilização de tecnologias no auxílio de monitoramento e educação ambiental. Além de definir o uso da cobrança sobre os recursos hídricos naqueles casos onde haja degradação, afim de recuperar a mesma e aumentar a qualidade da água (BRASIL, 1997).

De modo a simplificar essa ideia Orgassawara e Gass (2018) definem bacia hidrográfica como sendo uma área de captação natural de água destinando-as a um rio principal, tendo sua nascente em terrenos íngremes, e assim percorrendo com seus afluentes até sua foz, possuindo delimitações que são formadas pelos relevos, que acaba caracterizando as divisas de água onde as águas das chuvas tomam duas formas que é escoar superficialmente e formar corpos hídricos, ou infiltrar no solo formando assim lençol freáticos que ao aflorar gerarão nascentes.

As bacias hidrográficas são adotadas como unidades de planejamento e gestão, uma vez que tem seus princípios valorizados nessa adoção. Desta maneira pode-se concluir que as bacias hidrográficas são sistemas bem definidos, pois nas mesmas acontecem a integração dos ciclos naturais de energia, nutrientes e principalmente da água, assim em uma boa bacia hidrográfica existem várias microbacias que são as unidades fundamentais para a conservação e o manejo (FALKENMARK; FOLKE, 2002).

Nesse contexto, mudanças significativas feitas por condições naturais ou atividades humanas ao longo da bacia hidrográfica, podem gerar alterações acarretando na poluição hídrica a jusante e nos fluxos energéticos de saída como descarga de efluentes, dentre outras consequências (CARDOSO, 2019).

2.1.1 Microbacias como Unidades Naturais de Planejamento

Para Attanasio (2004), a definição de microbacias se dá como um espaço territorial de planejamento, voltado a cuidados referentes aos recursos naturais, que coincide com as definições de uma bacia hidrográfica. Pela função de suas características ecológicas, geomorfológicas e sociais, as mesmas possibilitam uma abordagem mais ampla que engloba estudos interdisciplinares para se alcançar metas de desenvolvimento sustentável.

Na escala das microbacias ocorrem as práticas de manejo inadequado onde o homem gera vários impactos como o desmatamento, a compactação do solo entre outras atividades, na sua grande maioria em propriedades rurais, desta maneira é essencial que o foco de preservação se encontre em maior escala nas microbacias, uma vez que as mesmas são as alimentadoras dos rios e dos grandes sistemas fluviais (CALIJURI; CUNHA, 2019).

Com isso, se de forma adequada ocorrer o manejo da microbacia de forma que haja a boa prática do uso do solo e cuidados adequados, consegue-se ter como objetivo principal o afloramento de água em quantidade e qualidade apropriadas (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais EPAMIG 2011).

2.2 NASCENTES

De acordo com Santos e Santos (2021), as nascentes são elementos fundamentais para se ter um equilíbrio hidrológico nas microbacias sendo, portanto, de relevante importância para a dinâmica fluvial, pois marca o afloramento da água subterrânea, assim, as nascentes são parcialmente responsáveis pela origem dos corpos hídricos, desta forma as nascentes devem ser preservadas e monitoradas. Diferentes aspectos como APPs contribuem para a manutenção de uma nascente com qualidade, contudo para que haja a disponibilidade da água subterrânea para afloramento, tem que levar em consideração fatores que influenciam como, por exemplo, a

permeabilidade e tamanho dos poros presentes no solo dessa região, da mesma forma evidenciando que os afloramentos de água dependem diretamente de fatores climáticos, geológicos e hidrológicos (GALATTO *et al.*, 2011).

Movimentos em prol da conservação de nascentes têm se tornado corriqueiros e essenciais, visto que nas últimas décadas as mesmas são consideradas como um recurso natural de extrema importância. Porém, deve se levar em consideração que apesar dos movimentos pela conservação das nascentes, elas ainda são alvos de impactos negativos, como por exemplo a retirada de solo do seu entorno, o desmatamento e a extinção de espécies dentre outros fatores, o que acarreta em medidas de políticas públicas urgentes. (SOARES *et al.*, 2021).

2.2.1 Classificação das Nascentes

Uma nascente possui diversos elementos que a constituem após seu afloramento, podendo ser tanto na dinâmica como na sua origem, logo são as características locais que determinam a fisiografia de uma nascente, dessa forma dentro de uma determinada região existem inúmeras formas e tipos de nascentes, como também pode-se ocorrer nascentes semelhantes em domínios de paisagens totalmente distintos (VALENTE; GOMES, 2011). Em síntese, as nascentes podem ser encontradas em seis distintos modelos sendo concavidade, duto, afloramento, talvegue, olho e cavidade que serão melhor definidas no Quadro 1 (FELIPPE, 2009).

Quadro 1 – Modelos de nascentes e suas ocorrências/caracterização

Nascentes	Ocorrência/Caracterização
Concavidade	Ocorrem em cavidades erosivas em que a profundidade é maior do que a largura. Forma canais onde tem circulação de água apenas a jusante da onde ocorre o afloramento da água. (Figura 1 – (a)).
Duto	Caracterizadas pela infiltração horizontal, onde acaba-se formando pequenos cursos de águas. (Figura 1 – (b)).
Afloramentos	Caracterizadas como nascentes que afloram na presença de rochas, seja como canais ou mesmo na vertente. (Figura 1 – (c)).
Talvegue	Ocorrem em canais erosivos. (Figura 1 – (d)).

Olho	Tem suas características similares aos dutos, porém os canais são verticais, fazendo assim a água aflorar verticalmente em áreas planas, constituindo verdadeiros “olhos d’água”. (Figura 1 – (e)).
Nascentes em cavidade	Ocorrem em cavidades erosivas seu formato por ser semelhante a uma panela, pois a profundidade é maior do que a largura. (Figura 1 – (f)).
Intervenção (antropizada)	Este modelo de nascente não possui forma específica devido à magnitude das transformações que sofreram, o que acaba fazendo com que a água se infiltre a partir de métodos desenvolvidos pelo homem, por exemplo, a utilização de canos, ou poços escavados. (Servindo como modelo a nascente P1).

Fonte: FELIPPE (2009).

Desta forma, as imagens da Figura 1, correspondem ao Quadro 1, somente o modelo de nascente intervenção não aparece nas imagens, pela ocorrência da mesma aparecer no decorrer do trabalho, pois, os pontos P1 e P4 são nascentes que seguem o modelo intervenção.

Figura 1 – Modelos de nascentes.



Nota: (a) concavidade; (b) duto; (c) afloramento; (d) talvegue; (e) olho; (f) nascente em cavidade.

Fonte: FELIPPE (2009).

Após ser enquadrada a um modelo, as nascentes ainda passam por mais três classificações: a primeira classificação é de acordo com o fluxo de água, portanto, as que tem o fluxo contínuo, durante o período de chuvas e de secas é denominada nascentes perenes. As,

nascentes chamadas de temporárias possuem fluxo apenas em períodos chuvosos e as que dispõem de um fluxo somente por alguns dias ou após a última precipitação recebe o nome de nascentes efêmeras (SEMA, 2018).

As nascentes ainda podem ser difusas que é quando a água passa do subterrâneo para a superfície e esse afloramento é espalhado, formando dessa forma algumas pequenas nascentes por toda a área próxima, ou classificadas como pontuais quando apresentam apenas um afloramento de água em encosta (PINTO, 2003).

Em última instância as nascentes podem ser classificadas ainda em relação ao grau de conservação que a mesma se encontra., quando uma nascente se encontra com um raio de 50 metros de mata ciliar é considerada uma nascente preservada, se é encontrada em situações onde nem haja cortina vegetal e já não esteja resistindo a erosões a mesma vem a ser classificada como uma nascente degradada (RIBEIRO *et al.*, 2012).

2.2.2 Qualidade da Água em Nascentes

A qualidade da água esta diretamente ligada ao desenvolvimento econômico, social e sustentável dos ciclos do planeta (TUNDISI, 2008). No entanto, a ausência de gerenciamento e a crescente demanda por recursos hídricos, principalmente em função do crescimento populacional, das atividades agrícolas, pecuárias e industriais tem ocasionado a degradação em termos qualitativos e quantitativos desses recursos (QEUIROZ *et al.*, 2010).

Qualidade da água tem um conceito relacionado ao seu uso e às características que a mesma possui, que vem a ser determinado pelas substâncias presentes nela (OLIVEIRA, 2014). Desta maneira é possível afirmar que as características das águas naturais são definidas de acordo com suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Tais características são obtidas ao longo dos ciclos hidrológicos, geológicos e bioquímicos na natureza. Sendo assim, a qualidade final da água de um manancial reflete as atividades que são desenvolvidas na bacia hidrográfica, as quais são utilizadas como unidades de trabalho na gestão de recursos hídricos (Galvan *et al.*, 2020).

Neste contexto, as nascentes tendem a ter uma qualidade de água elevada, já que são a passagem das águas subterrâneas para a superfície estando no ambiente externo, a água pode sofrer diferentes reações geoquímicas comandadas por fatores como o clima, cobertura vegetal, e atividades humanas dentre outras o que pode acarretar diversos impactos ambientais, por

exemplo, baixa no volume e diminuição da qualidade da água. Esses problemas podem trazer impactos na vida humana e animal, por exemplo, a escassez (MAIA *et al.*, 2021).

2.2.2.1 POLUIÇÃO HÍDRICA

Para Von Sperling (2005), a definição menos formal da poluição hídrica seria a adição de substratos ou de formas de energia que, acabam por alterar a natureza do corpo hídrico direta ou indiretamente de uma forma que acaba por prejudicar os seus legítimos usos.

Desta forma, poluição hídrica pode ser classificada de duas formas, a primeira seria poluição hídrica difusa onde os contaminantes advêm de processos naturais ou carreamento dos sedimentos, a segunda classificação seria a pontual que é facilmente reconhecida, pois retrata o despejo de efluentes nos corpos hídricos, o mesmo é composto, essencialmente, por resíduos de origem urbana, doméstica e industrial (CALIJURI, 2013). o Quadro 2 irá trazer as principais fontes poluidoras junto com seus possíveis efeitos poluidores dos corpos hídricos.

Quadro 2 – Principais fontes de poluentes, conjuntamente com os seus efeitos poluidores

Fonte	Constituinte	Possíveis efeitos poluidores
Águas residuárias Águas pluviais	Sólidos em Suspensão	O mesmo pode ocasionar problemas estéticos, além do depósito de lodo.
Águas residuárias Águas pluviais	Matéria Orgânica Biodegradável	Gera consumo de oxigênio além de níveis elevados na mortandade de peixes.
Águas residuárias Águas pluviais	Organismos Patogênicos	Doenças de vinculação hídrica.
Águas residuárias Águas pluviais	Metais	Causa toxicidade além da contaminação de águas subterrâneas.
Águas residuárias Águas pluviais	Sólidos inorgânicos dissolvidos	Salinidade excessiva e toxicidade às plantas.
Águas residuárias Águas pluviais	Nutrientes	Crescimento excessivo de algas e toxicidade dos peixes.
Águas residuárias Águas pluviais	Matéria orgânica não biodegradável	Gera espumas, toxicidade e redução de transferência de oxigênio.

Fonte: VON SPERLING (2005).

A vista disto, o maior enfoque dado nesse quadro é para a questão da matéria orgânica e do consumo de oxigênio dissolvido, pois é um grande problema de poluição hídrica nos países que estão em desenvolvimento, porém aborda também outros poluentes típicos dos esgotos domésticos, ou seja, organismos patogênicos e nutrientes (VON SPERLING, 2005).

Com isso a discussão referente a poluição hídrica é alvo de inúmeros encontros para discorrer sobre assuntos que abordam uma relação entre o aumento populacional, qualidade da água para consumo, uso errôneo dos recursos hídricos dentre outros assuntos. Desta maneira, é essencial que os mesmos apresentem condições adequadas para que dessa maneira consigam ser utilizados pelos organismos (BRAGA *et al.*, 2009).

2.2.2.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA)

O IQA surgiu nos Estados Unidos da América, onde foi desenvolvido pela National Sanitation Foundation, para fazer a comparação da qualidade da água dos corpos hídricos e monitorar suas alterações tendo por finalidade retratar a contaminação por ações antrópicas como por exemplo, esgoto domésticos, resíduos industriais e agropecuários (FERREIRA *et al.*; 2015).

Segundo a ANA (2017), o Brasil atualmente utiliza o IQA como sendo um dos principais índices de qualidade da água, onde o mesmo avalia nove parâmetros, sendo eles: Oxigênio Dissolvido (OD), coliformes termotolerantes, potencial hidrogeniônico (pH), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), temperatura da água, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total. Cada um destes parâmetros possui um peso que será destacado na Tabela 1 e um valor de qualidade, fixados conforme sua importância para o IQA.

Tabela 1 – Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e respectivo peso.

Parâmetro	Peso (W)
Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes Termotolerantes	0,15
pH	0,12
DBO	0,10

(Conclusão)

Parâmetro	Peso (W)
Temperatura	0,10
Nitrogênio Total	0,10
Fósforo Total	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos Total	0,08

Fonte: ANA (2017).

Devido à falta de equipamento e reagentes, não foi possível realizar a determinação do parâmetro DBO e Coliformes Termotolerantes. Desta maneira, através da Agência Nacional das Águas (ANA). Segundo informações pode excluir um ou dois dos parâmetros utilizados para o cálculo do IQA. Para tanto, deve-se redistribuir o peso correspondente desses parâmetros para os demais parâmetros, a fim de que o peso final seja igual a 1 (HERMANN, 2018). A Tabela 2 apresenta os novos pesos calculados para cada parâmetro.

Tabela 2 – Distribuição dos pesos para os Parâmetros de Qualidade da Água do IQA.

Parâmetro	Peso (W)	Peso Redistribuído
Oxigênio Dissolvido	0,17	0,21
pH	0,12	0,17
Temperatura	0,10	0,13
Nitrogênio Total	0,10	0,13
Fósforo Total	0,10	0,12
Turbidez	0,08	0,12
Sólidos Total	0,08	0,12
Coliformes Termotolerantes	0,15	*
DBO	0,10	*
Total	1,00	1,00

Nota: *Valor ausente.

Fonte: Autora (2022).

Para realizar a redistribuição do peso atribuído ao parâmetro DBO e Coliformes termotolerantes, calculou-se a porcentagem proporcional do peso atribuído aos parâmetros DBO e Coliformes termotolerantes a cada um dos demais parâmetros e somou-se ao peso original.

Com isso segundo a CETESB (2017), os resultados obtidos através dos cálculos do IQA, são classificados em faixas que podem variar entre ótima, boa, razoável, ruim e péssima conforme demonstradas na Tabela 3.

Tabela 3 – Faixas para Classificação do IQA.

AL, MG, MT, PR, RJ, RN e RS	BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE e SP	Avaliação da Qualidade da Água
91 – 100	80 – 100	Ótima
71 – 90	52 – 79	Boa
51 – 70	37 – 51	Razoável
26 – 50	20 – 36	Ruim
0 – 25	0 – 19	Péssima

Fonte: ANA (2017).

Desta forma, o IQA, é definido como sendo uma ferramenta muito útil nos dias atuais, pois o mesmo é rápido e operada por um sistema que serve para classificar as características da água em relação às fontes poluidoras, diagnosticando a água de acordo com suas características (CONCEIÇÃO, 2017).

Portanto esta avaliação é de extrema importância para descrever a situação da qualidade da água do corpo hídrico em estudo, além de possibilitar a indicação de técnicas de tratamentos adequados para a mesma (EFFENDI, 2016).

2.2.2.3 PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Um corpo hídrico possui qualidades de água que podem ser retratadas através de inúmeros parâmetros, que equivalem às suas principais características físicas, químicas e biológicas. Essa qualidade de água também irá depender de dois fatores principais. O primeiro se refere a característica natural da bacia e suas características, como, por exemplo, o seu tipo

de solo, características físicas, vegetação que predomina o meio, entre outros fatores. O segundo seria a influência da ocupação humana nessa bacia (FINOTTI *et al.*, 2009).

Os itens que serão abordados no Quadro 3 irão descrever os principais parâmetros de forma sucinta, exibindo seus principais conceitos.

Quadro 3 – Parâmetros utilizados no cálculo do IQA e seus conceitos/definições.

Parâmetros	Conceito/Definição
Cor verdadeira	Refere-se a cor sem a presença dos sólidos em suspensão (Standard Methods, 2017).
Cor Aparente	Refere-se a cor devido à substância em solução, e da matéria em suspensão (Standard Methods, 2017).
Turbidez	É uma medida das propriedades de reflexão de luz em uma solução, ou seja, quando a luz não consegue penetrar na água (METCALF, 2017).
Sólidos Totais	Referem-se a material suspenso ou dissolvido em água potável (BAIRD, 2017).
Temperatura	Indica o alto nível de energia cinética das moléculas transferindo calor à massa líquida (LIBÂNIO, 2010).
Condutividade	A condutividade elétrica da água está relacionada com a habilidade em conduzir corrente elétrica (METCALF, 2017).
pH	Representa as condições ácidas ou alcalinas do meio líquido por meio da medição da presença de íons hidrogênio (VON SPERLING, 2005)
Nitrogênio	Formado por proteínas e outros vários compostos, é indispensável para se ter o desenvolvimento dos microrganismos no tratamento biológico (VON SPERLING, 2005).

(Conclusão)

Parâmetros	Conceito/Definição
Oxigênio Dissolvido	Um dos principais parâmetros de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos, medido em mg de O ₂ /L,

	sendo fundamental para a manutenção da vida aquática (VON SPERLING, 2005).
Fósforo	O fósforo na água apresenta-se basicamente nas formas de ortofosfato, polifosfato e fosfato orgânico (SPERLING, 2005).
Coliformes Totais e Escherichia Coli	Os coliformes são grupos de bactérias constituídos pelos gêneros Klebsiella, Escherichia, Serratia, Erwenia e Enterobactéria (CETESB, 2008).

Fonte: Autora (2022).

2.2.3 Nascentes na Legislação Brasileira

Conforme a Resolução do CONAMA n° 302/2002, as áreas de preservação ambiental têm o intuito de “preservar os recursos hídricos, a paisagem, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar da população sendo assim, um importante instrumento de interesse ambiental, integrando o desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2002).

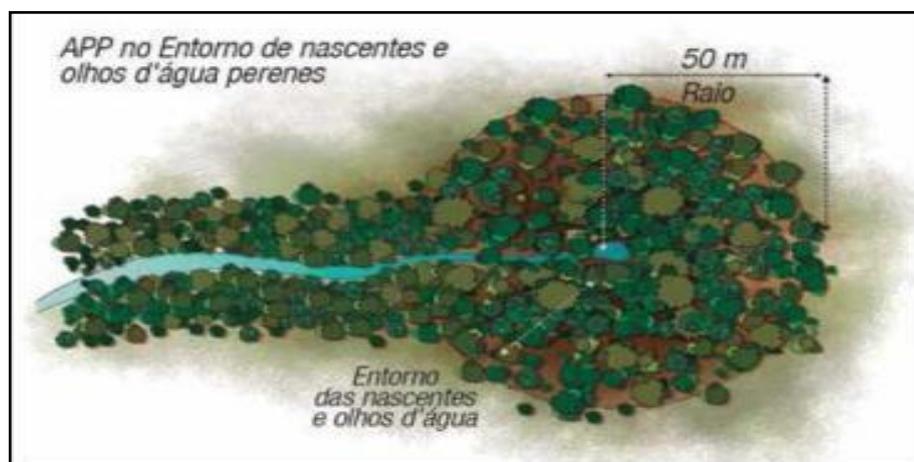
A Lei N° 9.433 de 1997, conhecida como Lei das águas também é considerada como um importante marco para a proteção das nascentes, pois, estabelece um regime de outorga para o uso dos recursos hídricos, portanto para que ocorra a captação de uma parte dessa água, seja essa captação em rios ou nascentes é de extrema importância a proteção dessas águas. A captação precisa ser outorgada ou se for isento de outorga, haja no mínimo o seu cadastramento (BRASIL, 1997).

Áreas próximas de nascentes não podem ser ocupadas, ao menos é o que estabelece a legislação de proteção ambiental, de acordo com o artigo 4° do Código Florestal Lei N°12.651 de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (BRASIL,2012).

Entende-se por Área de Preservação Permanente (APP) toda área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humana (BRASIL,2012, p.02).

Desse modo, de acordo o Código Florestal Lei Nº 12.651 de 2012, às faixas de terra às margens dos rios, por exemplo, devem ter no mínimo uma largura de 30 metros naqueles cursos d'água que possuem menos de 10 metros de largura. Nas áreas em entorno de nascentes que possuem fluxo contínuo, sem levar em consideração sua situação topográfica, tem que ter no mínimo um raio de 50 metros de área preservada, conforme exibido na Figura 2 (BRASIL,2012).

Figura 2 – Área de preservação ambiental em torno de uma nascente perene.



Fonte: EZEZINOS (2021).

As nascentes, na legislação do estado do Rio Grande do Sul estão descritas na Lei nº 10.350/94 que estabelece o sistema estadual de recursos hídricos, com o intuito de preservar as mesmas. O plano vem com objetivo de indicar áreas que sofrem com problemas de escassez, ou estejam em conflito com o uso da água, e com isso garantir que a sociedade tenha uma participação ativa nesse meio, e assim promover o crescimento do estado (RIO GRANDE DO SUL, 1994).

Além das leis mencionadas acima que são direcionadas para que ocorra a proteção das nascentes e da área nativa em seu entorno, existem ainda leis que são direcionadas para a qualidade das águas superficiais e subterrâneas como a Resolução 396/2008 para águas subterrâneas que acabam por englobar as águas das nascentes, Além disso, a Resolução CONAMA Nº 357/2005 aborda 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.

2.2.4 Conservação de Nascentes

Para Sakaguti Júnior (2016), o descaso que a humanidade tem no que tange aos recursos hídricos, tem a ver com a ilusão que a água é um bem infinito. Porém, a realidade nos mostra o contrário onde a cada dia que passa fica cada vez menor a disponibilidade de água potável apresentando registro de inúmeros lugares que já sofrem com a escassez hídrica, visto que a disponibilização deste recurso não é uniforme ao longo do planeta muito menos no Brasil, onde a região nordestina, por exemplo, sofre muito com esse problema.

A preservação de uma nascente é essencial para a manutenção do curso hídrico, pois é onde se inicia o afloramento de água, necessitando de vegetação nativa ao redor para que essa água não diminua o seu volume e mantenha a sua qualidade. Com isso a conservação de Áreas de Proteção Permanente (APP) é uma das formas mais simples de preservação das nascentes, uma vez que estas áreas mantêm a estabilidade geológica, a biodiversidade, protegem o solo e asseguram a qualidade de vida das populações, além de preservarem os recursos hídricos (DIAS *et al.*, 2022).

É evidente que as ações causadas nas nascentes interferem diretamente na qualidade e quantidade de água, dessa forma, conservar esses locais é de suma importância para conseguir desenvolver atividades que são relacionadas a esse meio. Neste sentido promover a conservação da nascente é de extrema importância, uma vez que essa conservação ajuda na percolação e armazenamento de água nos lençóis freáticos (OLIVEIRA, 2014).

2.3 GEOPROCESSAMENTO

Geoprocessamento se define como sendo uma técnica que faz a junção de dados espaciais e a classificação dos mesmos, além de proporcionar o acompanhamento de evoluções na área em estudo fazendo estimativas tanto territoriais quanto temporais acerca de entidades ambientais presentes em uma base de dados georreferenciados (SILVA; ZAIDAN, 2004).

Neste sentido, o geoprocessamento tem sido cada vez mais utilizado nas áreas da ciência e no auxílio de estudos ambientais, pois, com a ajuda do mesmo é mais rápido e acessível gerar mapas e monitorar áreas que se encontram degradadas, além da fiscalização do cumprimento das normas pertinentes à legislação (PELUZIO *et al.*, 2010; SILVA, 2020).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a execução deste estudo foram escolhidas quatro nascentes da microbacia hidrográfica do Arroio Encantado no município de Cerro Largo/RS. O intuito foi identificar, localizar e formular um diagnóstico da qualidade da água dessas quatro nascentes e caracterizar os aspectos antrópicos gerados na mesma.

Dessa forma, ocorreram visitas a campo com medições de parâmetros e coletas de amostras de água para análise laboratorial das mesmas. Com isso foi possível comparar os valores obtidos aos padrões estabelecidos na legislação. Na Figura 3 estão expostas as atividades que foram executadas para a realização deste estudo.

Figura 3 – Fluxograma de atividades.

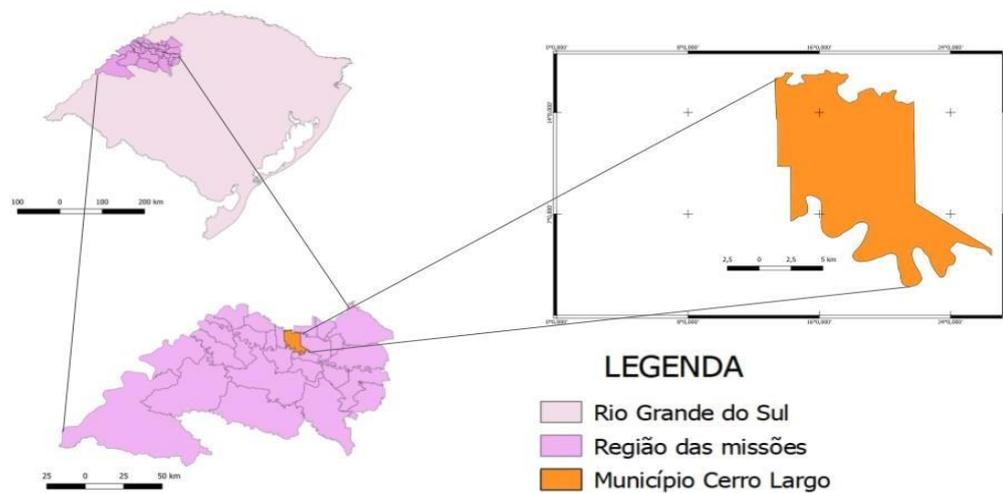


Fonte: Autora (2022).

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo teve como foco o município de Cerro Largo localizado no extremo noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, fazendo parte da região das missões conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Mapa de localização do município de Cerro Largo/RS.



Fonte: Autora 2022.

Segundo o site do IBGE, este município possui 14.243 habitantes, com uma área territorial de 176,643 km². A área do município de Cerro Largo faz parte de duas bacias hidrográficas, a dos rios Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (42 % da área na bacia) e a do Rio Ijuí (58% da área na bacia) (RIO GRANDE DO SUL, 2020).

A localização das nascentes da microbacia hidrográfica do Arroio Encantado foi estabelecida por meio da utilização de dados da base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul na escala 1:50.000 (HASENACK; WEBER, 2010), base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul escala 1:50.000 (UFRGS – IB- Centro de ecologia, Porto Alegre, 2010), e utilizando a Base Cartográfica do Estado do Rio Grande do Sul, Escala 1:25.000 - BCRS25 (SEMA, 2018).

Após a identificação e localização da área, foi realizado *in loco* uma avaliação que levou em consideração as características do local. As coordenadas pontuais das nascentes foram determinadas através de recursos de geoprocessamento e equipamento de GPS receptor GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite) de navegação, com isso chegando à sua localização. Com a obtenção das coordenadas confeccionou-se mapas, as mesmas foram referenciadas ao Sistema Geodésico de Referência oficial adotado para levantamentos no Brasil, SIRGAS 2000.

3.2 COLETAS E PRESERVAÇÃO DE AMOSTRAS

As coletas foram realizadas em dois períodos: um de grande precipitação e outro de estiagem. Foram realizadas duas coletas nas quatro nascentes, sendo coletadas amostras de água para posteriormente analisar os onze parâmetros de interesse, afim de avaliar a poluição das águas.

Para a análise dos parâmetros físicos e químicos, as amostras foram coletadas em frascos de vidro com capacidade de 500 mL. Para a análise dos parâmetros biológicos as amostras foram coletadas em frascos de plástico de 100 mL. Esses frascos passaram por esterilização. A metodologia de esterilização passou pelas seguintes etapas:

Primeiramente foram colocados em solução de hipoclorito de sódio dentro de frascos de vidro com capacidade de 500 mL, e autoclavados por 15 minutos, e após isso, foi despejado o hipoclorito de sódio nos frascos de plásticos que serão utilizados na coleta e deixados de molho por 24 horas, ao passar das 24 horas foi retirado o hipoclorito dos frascos e enxaguado 5 vezes com água destilada do dia, com esta etapa finalizada passou se para a etapa final onde se utiliza o ultravioleta, portanto, os mesmos foram colocados na presença de luz ultravioleta por 1 hora e após isso os frascos foram fechados e utilizados na coleta.

Ao realizar as coletas, os frascos utilizados para as análises dos parâmetros físicos e químicos passaram por um tríplice lavagem com a própria água para a ambientação, em seguida foram mergulhados com a boca para baixo para evitar a introdução de contaminantes superficiais e contra o fluxo de água. Espaços vazios foram deixados, dentro dos frascos, para permitir uma boa homogeneização antes do início das análises, após isso foram tampadas imediatamente, identificados e acondicionados em caixa térmica. Os métodos descritos seguiram a metodologia do Standard Methods (2017).

3.3 PARÂMETROS ANALISADOS

Para avaliar o estado de conservação das 4 nascentes estudadas, foram definidos alguns critérios relacionados à análise de qualidade da água resumindo-se em onze parâmetros destacados no Quadro 4, onde foram justificados conforme a Resolução CONAMA 357/2005.

Quadro 4 – Parâmetros analisados juntamente com sua metodologia e equipamento.

Parâmetro Analisado	Método	Equipamento
Cor Aparente (uH)	2120 (Standard Methods, 2017)	Colorímetro Del Lab® DLA-COR
Cor verdadeira (uH)	2120 (Standard Methods, 2017)	Colorímetro Del Lab® DLA-COR
Turbidez (uT)	2130 (Standard Methods, 2017)	Turbidímetro PoliControl
Condutividade (mS/cm)	2510 (Standard Methods, 2017)	Sonda Multiparâmetro portátil
Sólidos Totais (mL/L)	2540-B (Standard Methods, 2017)	Cápsula de evaporação e estufa
Temperatura (C°)	2550 (Standard Methods, 2017)	Sonda Multiparâmetro portátil
pH	4500 (Standard Methods, 2017)	Sonda Multiparâmetro portátil
Nitrogênio Total (mg/L)	4500-N (Standard Methods, 2017)	Spectroquant® Nitrogen (Total)
OD (mg/L)	4500-O (Standard Methods, 2017)	Sonda Multiparâmetro portátil
COLtotais NMP 100 mL ⁻¹	9000 (Standard Methods, 2017)	Kit COLItest ®
Fósforo Total (mg/L)	4500 (Standard Methods, 2017)	Spectro Kit Fosfato Total BC

Nota: O teste de Escherichia coli somente foi realizado caso alguma análise apresentasse coliformes totais.

Fonte: Autora (2022).

O Quadro 4 apresenta maior enfoque os equipamentos e as metodologias abordadas para a obtenção dos resultados de cada parâmetro citado, enfatizando que para as análises de coliformes totais, fósforo total e nitrogênio foram utilizados kits comerciais.

Conforme a Resolução CONAMA 357/2005 corpos d'água da classe especial não se admite qualquer modificação por ação antropogênica, ou seja, prevê que sua condição seja mantida ao natural. Esta classe não apresenta padrões de qualidade pré-definidos, por meio da concentração de parâmetros indicativos de contaminação.

Com o intuito de aferir sobre a qualidade da água das 4 nascentes em estudo utilizando os parâmetros da tabela 4, mesmo as nascentes sendo classes especiais realizou-se a comparação com os valores dos parâmetros estabelecidos para a classe 1 conforme o permitido pela resolução CONAMA 357/2005 classe 1 água doce.

Tabela 4 – Padrões normativos classe 1 água doce para qualidade da água referentes aos parâmetros avaliados no estudo.

Parâmetro	Resolução CONAMA 357/2005
Cor Aparente (uH)	*
Cor verdadeira (uH)	Nível de cor natural do corpo de água em mgPt/L
Turbidez (UNT)	≤ 40
Condutividade (mS/cm)	*
Sólidos Totais (ml/L)	*
Temperatura (C°)	*
pH	6,0 a 9,0
Nitrato (mg/L)	10,0
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	≥ 6
Coliformes Totais NMP 100 mL ⁻¹	*
Fósforo Total (mg/L)	0,1 ⁽¹⁾ ou 0,020 ⁽²⁾ ou 0,025 ⁽³⁾

Nota: *Valor não especificado na referida norma; os resultados de nitrogênio total nesse estudo foram confrontados com o padrão de nitrato, por não existir na referida norma padrões específicos para N Total, ⁽¹⁾ Ambiente Lótico; ⁽²⁾ Ambiente Lêntico; ⁽³⁾ Ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias.

Fonte: Adaptado da Resolução 357/2005 do CONAMA

A Tabela 4 destaca o valor permitido de cada parâmetro na resolução CONAMA 357/2005 para classe 1 água doce, deste modo com os valores permitidos pela resolução e os valores obtidos nas análises, foram comparados chegando-se a um parecer sobre a situação de cada uma das 4 nascentes.

3.4 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE QUALIDADE DA ÁGUA

Para análise e determinação dos índices de qualidade da água, foram utilizadas metodologias apresentadas pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2017).

3.4.1 Índice de qualidade da água

Para conseguir obter o IQA se faz necessário a utilização da Equação 3 e Equação 4 exibidas a seguir (ANA, 2017).

$$IQA = \prod_{i=1}^n qi^{wi} \quad (3)$$

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido a partir da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n Wi = 1 \quad (4)$$

em que:

n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item foram apresentados os resultados obtidos através das análises e comparados com a Resolução CONAMA 357/2005. Os parâmetros não mencionados pela mesma foram comparados com as recomendações da CETESB (2008). Além de constatar os resultados aferidos através do IQA, chegando assim a uma classificação para cada nascente.

4.1 LOCALIZAÇÃO DAS 4 NASCENTES

Através das idas a campo, pode-se observar que em alguns pontos a conservação da mata ciliar está de acordo com o exigido pela legislação e que em outros pontos já havia sinal de irregularidades à frente disso. Foram escolhidos quatro pontos de coleta para análises da qualidade da água, com o intuito de avaliar se as nascentes se encontram em condições adequadas seguindo a legislação. A localização dos pontos, descritas de P1, P2, P3 e P4, está presente na Tabela 5.

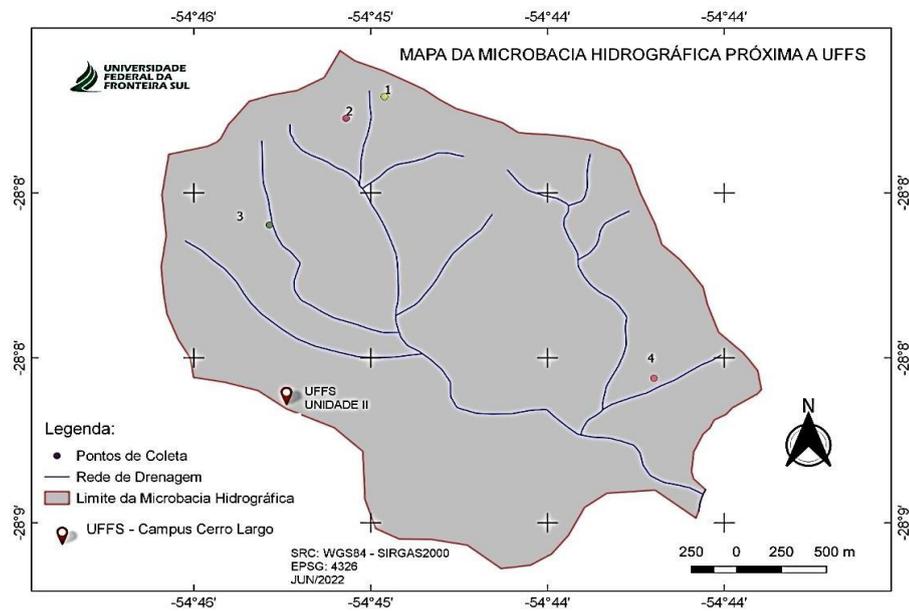
Tabela 5 – Localização dos pontos monitorados.

Ponto	Coordenadas
Ponto 1 (P1)	28° 07' 27" S 54° 44' 57.14" W
Ponto 2 (P2)	28° 08' 29,09" S 54° 43' 59" W
Ponto 3 (P3)	28° 07' 54,98" S 54° 45' 20,59" W
Ponto 4 (P4)	28° 08' 29,09" S 54° 43' 59" W

Fonte: Autora 2022.

Na Figura 5 consta a representação destes quatros pontos escolhidos, após ser inserido as coordenadas obtidas em campo. O mesmo foi constituído utilizando a Universidade Federal da Fronteira Sul como referência.

Figura 5 – Mapa da localização dos quatro pontos escolhidos.



Fonte: Autora 2022.

4.1.1 CARACTERIZAÇÃO DAS 4 NASCENTES

As 4 nascentes da microbacia hidrográfica do Arroio Encantado localizado no município de Cerro Largo RS, foram escolhidas devido as características de cada área, desta maneira das 4 nascentes estudadas três encontravam-se em propriedades privadas que seriam os pontos P1, P3 e P4, e o ponto P2 localizava-se dentro da área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS). Desta maneira na Figura 6 estão expostas as quatro nascentes estudadas.

Figura 6 – Fotografias das 4 nascentes analisadas neste estudo, localizadas
No município de Cerro Largo/RS.



Nota: (P1) primeira nascente; (P2) segunda nascente; (P3) terceira nascente; (P4) quarta nascente não teve registro.

Fonte: Autora (2022).

Cada nascente apresentada na Figura 6 possuía características distintas do seu entorno. A nascente P1 é cercada por uma APP, tendo acesso restrito para o gado, a mesma vem a ser uma nascente de intervenção uma vez que foi construído um poço para a armazenagem da água além de ser classificada como uma nascente perene já que possui fluxo de água em períodos de precipitação.

A nascente P1 ainda é determinada como um ambiente lótico uma vez que ambientes lóticos se caracterizam por fluxo de água constante, mesmo a nascente P1 tendo suas águas armazenadas em um reservatório a água continua com fluxo constante já que possui uma canalização ligando água do reservatório a um ponto de saída constante (JUNIOR *et al.*, 2011).

O ponto P2 localiza-se dentro de uma APP, nas proximidades de áreas de plantio agrícola, sendo classificada como uma nascente olho além de ser uma nascente temporária pois possui fluxo de água apenas em períodos de precipitação, o P2 se classifica como ambiente lêntico, pois, possuía águas paradas que podem ser caracterizadas como águas de lagoas, pântanos e reservatórios (JUNIOR *et al.*, 2011).

O P3 foi localizado dentro de uma propriedade particular, fazendo a armazenagem num açude que serve para a dessedentação animal, a mesma não possui um cercamento por APP, localizada ainda próxima de área agrícola, desta forma o P3 enquadra-se em uma nascente temporária sendo do tipo nascente olho pois a água aflora verticalmente em área plana.

Mesmo o P3 fazendo sua armazenagem de água num açude, a mesma foi considerada como uma nascente do tipo lítica, pois, sua coleta foi efetuada no primeiro ponto de acesso a nascente que se localizava nas proximidades da propriedade que a nascente se encontrava, passando desta maneira pelo pequeno açude que contia a água e desaguando numa canalização aonde ocorreu a coleta (JUNIOR *et al.*, 2011).

Por último a nascente P4 não possuía cercamento por APP, possuindo ainda descarga de efluente doméstico além de ser uma área de criação de gado, localizava-se no meio da cidade de Cerro Largo/RS, possui um fluxo perene e caracterizada como nascente de intervenção uma vez que seu afloramento se dá por canos. O P4 continua sendo considerado uma nascente lítica uma vez que possuía fluxo de água contínuo no local da coleta (JUNIOR *et al.*, 2011).

Neste contexto, consegue-se notar que duas das 4 nascentes possuía criação de animais no seu entorno, além de apenas duas estarem dentro de áreas de APPs, colaborando desta maneira para a preservação destas nascentes.

4.2 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Os resultados dos parâmetros obtidos durante a realização da primeira coleta associada a estação da primavera que foi contabilizado como o período chuvoso e a segunda coleta associada a estação de verão que contou como o período de estiagem são apresentados nas Tabelas 6 e 7.

Tabela 6 – Valores dos parâmetros referentes à primeira coleta.

Parâmetros	P1	P2	P3	P4
Nitrogênio mg/L	1,3	1,6	0,4	1,4
Fósforo Total mg/L	7,1	4,2	4	3,4
pH	6,12	6,23	6,54	6,88
Cor Aparente uH	24,1	9,4	10,03	13,63
Cor Verdadeira uH	1,7	0,73	0,5	2,23
Coliformes Totais NMP 100 L-1	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
E. Coli	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

(Conclusão)

Parâmetros	P1	P2	P3	P4
Turbidez UNT	5,25	7,37	4,81	2,62
Oxigênio Dissolvido mg/L	12,3	27,1	42	24,5
Condutividade μ S/cm	257	155	194	349
Sólidos Totais mg/L	2.680	1.320	580	50
Temperatura °C	20,34	18,41	19,81	20,98

Fonte: Autora (2022).

Na Tabela 6 constam todos os resultados obtidos após análises laboratoriais, desta forma é destacado que no período de primavera as nascentes foram encontradas com vazão constante uma vez que a chuva era recorrente no município.

Porém, a segunda coleta (Tabela 7) realizada no dia 09/01/2023 referente a estação de verão o cenário já não era o mesmo, pois, devido à falta de chuva recorrentes no município os pontos P2 e P3 encontravam-se secos, impossibilitando a análise destas nascentes. Assim a segunda coleta conta com resultados somente para os pontos P1 E P4.

Tabela 7 – Valores dos parâmetros referentes à segunda coleta.

Parâmetros	P1	P2	P3	P4
Nitrogênio mg/L	1,7	-	-	2,2
Fósforo Total mg/L	9,6	-	-	6
pH	6,16	-	-	7,15
Cor Aparente uH	20,3	-	-	26,5
Cor Verdadeira uH	0,1	-	-	5,4
Coliformes totais NMP 100 L-1	Positivo	-	-	Positivo
E.Coli	Negativo	-	-	Negativo
Turbidez UNT	6,7	-	-	13,9
Oxigênio Dissolvido mg/L	14,9	-	-	11,4
Condutividade μ S/cm	300	-	-	703
Sólidos Totais mg/L	20	-	-	150
Temperatura °C	30	-	-	27

Nota: (-) Pontos P2 e P3 encontravam-se secos devido à falta de chuva no município de Cerro Largo/RS.

Fonte: Autora 2022.

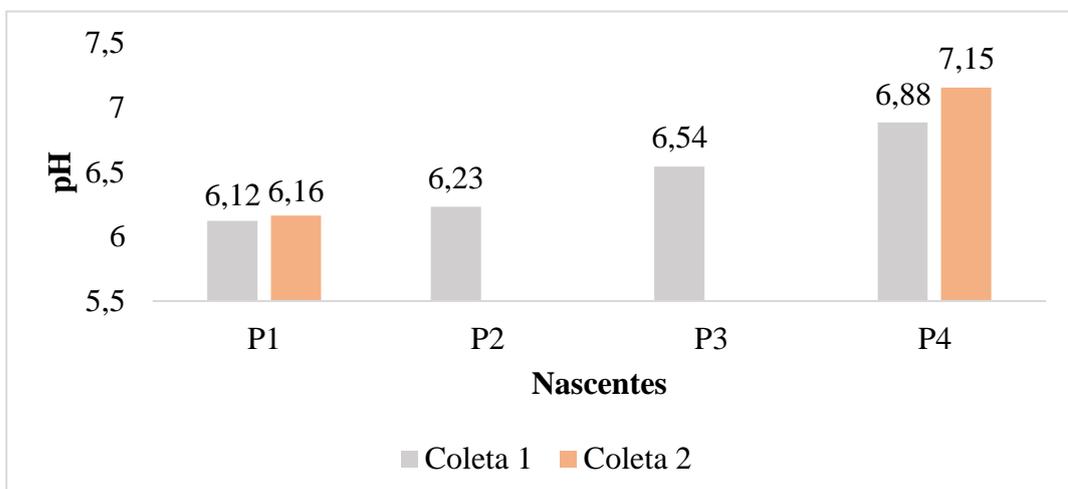
É importante ressaltar que cada nascente escolhida possuía características diferentes em seu entorno uma vez que o P1 possuía uma APP cercada impedindo a entrada de animais como o gado. O P2 possuía uma área de mata em seu entorno, porém também possuía uma área de plantio. O P3 localizava-se perto de residências e áreas de plantio. O P4 estava dentro da área urbana do município de Cerro Largo, além de, constar com criação de gado em seu entorno e interferência d esgoto doméstico nas suas águas. Desta forma, consegue-se destacar que os pontos P1 e o P2 possuíam zonas com maior vegetação em seu entorno, podendo assim influenciar nos resultados obtidos através das coletas.

4.2.1 CONCENTRAÇÃO HIDROGENIÔNICA – (pH)

O valor de pH encontrado nos 4 pontos da primeira coleta consistiu em uma variável que permaneceu dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, para Classe I água doce, variando entre 6 a 9 para todas as nascentes, como demonstrado na Figura 7.

Na segunda coleta como mencionado procedeu-se a coleta apenas dos pontos P1 e P4, desta forma consegue-se observar que os mesmos continuam em acordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005. A Figura 6 mostra os resultados obtidos para a primeira e a segunda coleta referente ao parâmetro pH.

Figura 7 – Valores de pH quantificados nas amostras das nascentes em estudo.



Fonte: Autora 2022.

Na primeira coleta percebe-se que não houve uma mudança significativa no pH, concluindo-se assim que os 4 pontos referentes a primeira coleta apresentam condições de acidez, devido ao fato do pH encontrar-se sob condições menor que 7 (Von Sperling 2007). Na segunda coleta o P1 continua apresentando condições de acidez. Segundo Todeschini (2016), de modo geral as nascentes apresentam caráter ácido, o que pode ocorrer devido a influência dos solos em que se situam.

Ainda na segunda coleta o P4 teve um aumento referente a primeira coleta o que faz com que o mesmo fique entre a faixa de alcalinidade segundo Von Sperling (2007), isso se dá pelo pH encontrar-se numa faixa maior que 7. Deste modo conclui-se que isto pode ter ocorrido devido à falta de chuva no município segundo a estação meteorológica da Universidade Federal da Fronteira Sul *campus* Cerro Largo/ RS, fazendo com que se diminuísse a vazão da nascente aumentando assim a vazão do esgoto doméstico que é despejado na mesma, uma vez que o esgoto doméstico tem uma certa alcalinidade.

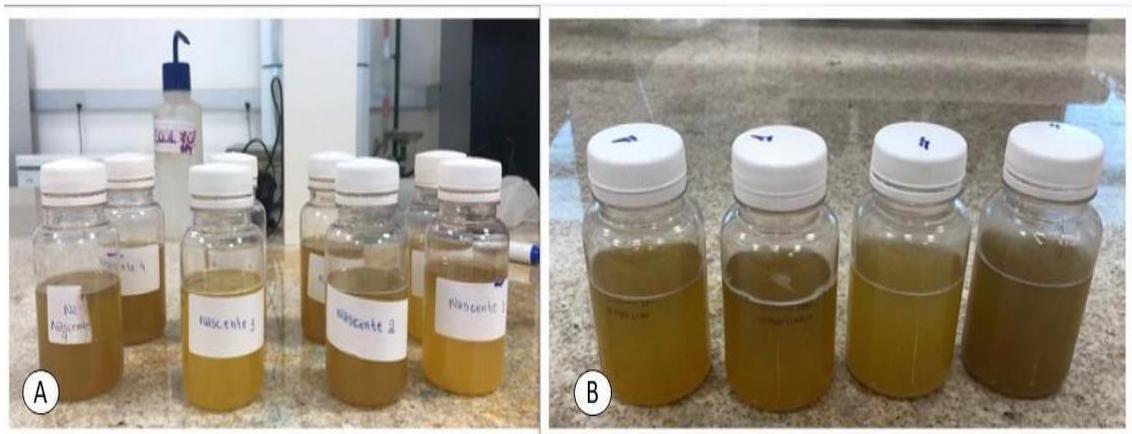
Desta forma, o pH é um dos parâmetros mais importantes uma vez que o mesmo pode afetar a vida aquática, como por exemplo, os peixes e os microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos, por outro lado, o pH não traz grandes danos à saúde pública, a menos que esses valores sejam extremamente baixos ou elevados, o que pode vir a ocasionar algum problema de irritação na pele e nos olhos (Von Sperling 2007).

4.2.2 COLIFORMES TOTAIS

A Resolução CONAMA 357/2005 não atribui valores para coliformes totais apenas para coliformes termotolerantes, deste modo o estudo em questão realizou somente o teste qualitativo para saber se os pontos em estudo apresentavam ou não coliformes totais, além de efetuar o teste de *Escherichia Coli* caso houvesse resultado positivo para algum ponto.

Na Figura 8 é apresentada a análise realizada para a primeira e a segunda coletas referentes aos coliformes totais. As análises demonstraram, que em ambas as coletas as nascentes apresentaram resultado positivo para os coliformes totais.

Figura 8 – Amostras positivas para coliformes totais das nascentes em estudo.



Fonte: Autora (2022).

As análises, demonstraram resultados positivos para os coliformes totais, porém negativo para *Escherichia Coli*. Esses resultados podem estar relacionados ao contato com fontes expressivamente contaminadas, ocorrentes no momento das coletas, podendo ser por exemplo o solo, matéria orgânica ou até mesmo excrementos de animais. A probabilidade de ocorrência de um evento dessa natureza é maior em nascentes menos protegidas de animais ou de erosões (JUNIOR *et al.*, 2011).

A presença de coliformes totais em água de nascentes é considerado tolerável nos casos em que for detectada a ausência de *Escherichia Coli* o que foi o caso das nascentes em estudo, porém, deve-se buscar eliminar qualquer tipo de contaminação microbiológica, investigando a origem de sua ocorrência para que se possa tomar decisões imediatas visando à correção e a prevenção (BRASIL, 2004).

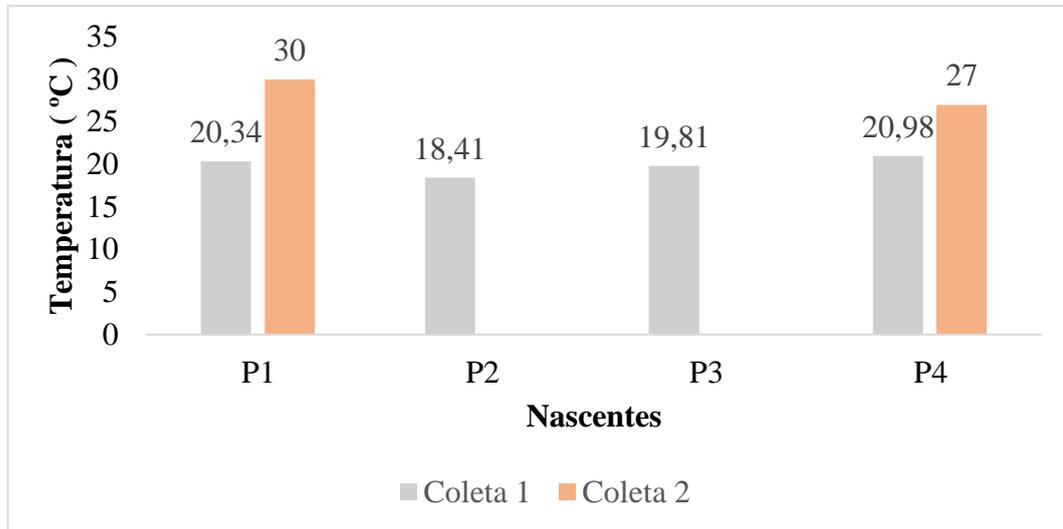
4.2.3 TEMPERATURA

A temperatura das nascentes na primeira coleta variou entre 18 a 20 °C (Figura 9) essa diferença ocorreu devido ao sombreamento de algumas das nascentes, sendo os valores mais elevados encontrados nos ambientes fora de um perímetro de mata densa. O valor de temperatura mais baixo encontrado foi no P2, o mesmo obteve este resultado pois localiza se dentro da mata fechada próximo a uma área de plantio.

A segunda coleta foi realizada em um dia de calor intenso no município chegando a uma temperatura média de 38 °C segundo a estação meteorológica da Universidade Federal da

Fronteira Sul *Campus* Cerro Largo/RS, favorecendo assim a elevação das temperaturas das águas das nascentes conforme pode ser visto na Figura 9.

Figura 9 – Temperaturas quantificadas nas nascentes em estudo.



Fonte: Autora 2022.

Percebe-se que o ponto P1 mesmo sendo localizado dentro de uma APP obteve temperaturas elevadas tanto na primeira como na segunda coleta, isso pode ter ocorrido devido a coleta ser realizada no primeiro ponto acessível das águas da nascente obtida por uma canalização feita de material plástico. O ponto P4 se encontra sem vegetação ao seu entorno, porém o ponto de coleta feita é um bueiro de concreto o que pode ter ocasionado a temperatura mais baixa se comparado a o ponto P1.

Libânio (2008), destaca que os processos físicos, químicos e biológicos são influenciados pela temperatura da água uma vez que a vida aquática está diretamente ligada a este parâmetro que depende dos limites inferiores e superiores da temperatura. Contudo as variações podem ocorrer em função da sazonalidade climática, da variação diurna e da estratificação do corpo hídrico.

Por sua vez, Tundisi (2008) afirma que a temperatura da água estabelece padrões de comportamento fisiológico (respiração, por exemplo), limita ou acelera o crescimento de organismos e interfere no processo reprodutivo.

Conclui-se assim que é de extrema importância fazer a medição da temperatura, pois uma vez que temperaturas estejam altas podem aumentar a taxa de reações químicas e biológicas, e diminuir a solubilidade dos gases, como exemplo, pode-se citar o oxigênio

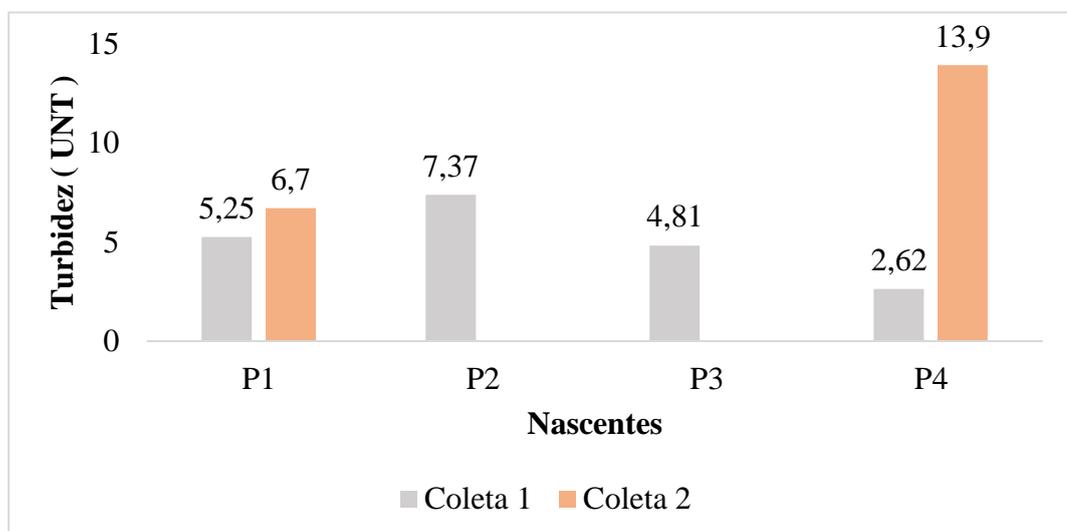
dissolvido e aumentam a taxa de transferência dos gases, que podem gerar mau cheiro (VON VON SPERLING, 2007). A Resolução CONAMA 357/2005 não estabelece um valor limite para a temperatura.

4.2.4 TURBIDEZ

O índice mais elevado de turbidez na primeira coleta ocorreu no ponto P2 (Figura 10) que pode ter sido ocasionado por estar numa zona de fácil acesso agrícola, uma vez que a mesma se encontra dentro de mata próxima a um terreno de plantio agrícola ou ainda por ter tido influência do solo, porém mesmo sendo um ponto que possui elevações na turbidez, comparado aos demais o mesmo ainda se adequa a Resolução CONAMA 357/2005.

Durante a segunda coleta o ponto P4 demonstrado na Figura 10 se evidenciou, este fato pode ter ocorrido, devido à falta de chuva no município segundo a estação meteorologia da Universidade Federal da Fronteira Sul *Campus* Cerro Largo/ RS, ocasionando assim uma água mais turva. É importante ressaltar que o P4 sofre influência de despejos domésticos e a sua vazão encontrar-se abaixo do esperado se comparado a primeira coleta, contudo, ainda se encontra dentro dos valores permitidos pela Resolução CONAMA 357/2005, uma vez que determina valores máximos de turbidez para as águas de classe I, até 40 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT).

Figura 10 – Valores de turbidez quantificados nas amostras das nascentes em estudo.



Fonte: Autora 2022.

Desta maneira, taxas elevadas de turbidez, causam problemas relacionados à fotossíntese de plantas enraizadas submersas e de algas, de forma a provocar desequilíbrio nas comunidades biológicas aquáticas. Além de causar problemas estéticos, uma vez que a água turva prejudica atividades recreacionais, industriais e domésticas (CETESB, 2008).

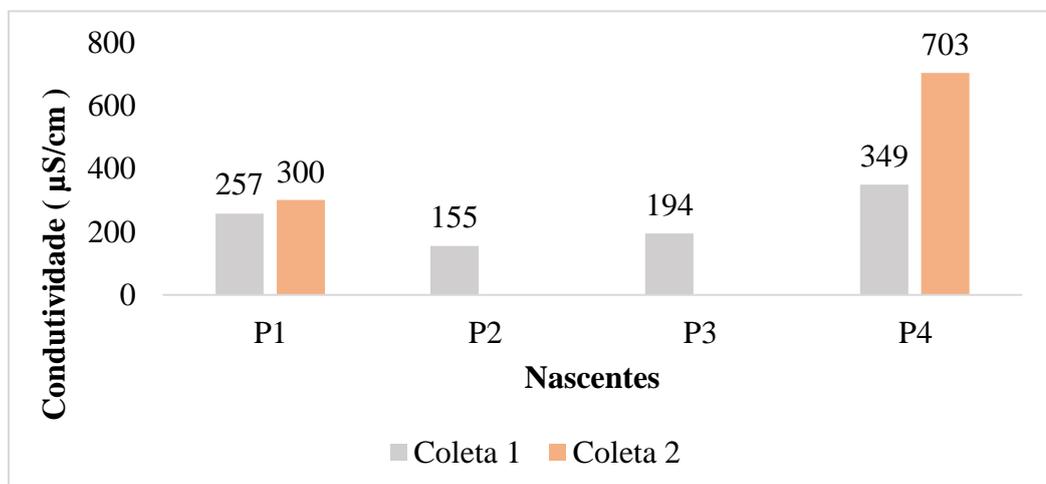
Montoya *et al* (2011), destaca que a turbidez tem sido um parâmetro amplamente utilizado na determinação da qualidade da água, uma vez que sua medição é rápida, econômica e de fácil interpretação.

4.2.5 CONDUTIVIDADE

Seguindo a Resolução CONAMA 357/2005, o parâmetro de condutividade não é abordado em relação aos padrões de qualidade. Assim, os resultados obtidos através das análises foram comparados com o relatório da CETESB (2008). Esse documento, indica que os valores de condutividade forem superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ o ambiente aquático apresentara níveis críticos de concentração de poluentes, o que pode indicar um ambiente impactado.

A condutividade de todos os pontos de coleta apresentou valores maiores que os valores de referência da CETESB (2008), uma vez que no período de primavera os resultados variaram entre 155 a 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e no período de verão variaram de 300 a 705 $\mu\text{S}/\text{cm}$, como mostrado na Figura 11.

Figura 11 – Valores de condutividade quantificados nas nascentes em estudo.



Fonte: Autora 2022.

Souza Junior e Oliveira (2017) apontaram que esse acréscimo nos resultados da condutividade pode se dar pela decomposição de vegetação submersa ou presença de efluentes orgânicos que pode ser o caso do ponto P4 uma vez que nesse ponto foram constatadas a presença de efluentes domésticos, esta situação por sua vez acaba resultando em uma maior liberação de íons na coluna d'água.

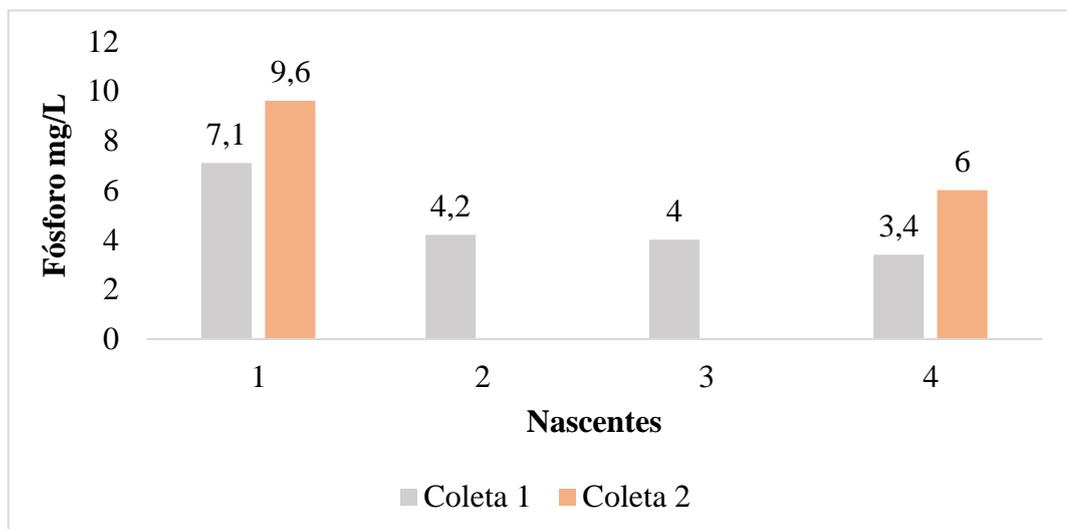
4.2.6 FÓSFORO TOTAL

Para conseguir determinar o Fósforo Total foi feito a determinação do ambiente das nascentes, com isso os pontos P1, P3 E P4 são lóticos e o ponto P2 é lântico, baseando-se na teoria dos autores JUNIOR *et al* (2011).

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 os valores do fósforo total, em ambientes lóticos para a classe 1, devem ser inferiores ou iguais a 0,1 mg/L. Assim conforme a legislação, observa-se na Figura 12, que os pontos P1, P3 e P4 da primeira coleta estão em desacordo com águas de classe 1.

Na segunda coleta consegue-se observar que houve um acréscimo de fósforo total nos pontos P1 e P4 medidos. Os valores analisados indicam a baixa vazão pode ter influenciado neste resultado, ainda permanecendo em desacordo com a Resolução Conama 357/2005.

Figura 12 – Valores de fósforo total quantificados nas nascentes em estudo.



Fonte: Autora 2022.

Para ambientes lênticos a Resolução CONAMA 357/2005 destaca o valor de 0,020 mg/L, com máximo permitido. Conclui-se assim que o ponto P2 também se encontra em desacordo com a resolução. Estes resultados podem ocorrer devido a existência de áreas agrícolas nas proximidades dessas nascentes.

Desta maneira consegue-se concluir que origens naturais do fósforo podem estar associadas por dissolução dos compostos do solo, por decomposição da matéria orgânica ou por decomposição celular dos microrganismos, e as origens antropogênicas são representadas por despejos domésticos, industriais, detergentes, excremento de animais e fertilizantes (VON VON SPERLING, 2007).

Chapman e Kimstack (1992), afirmam que o fósforo é raramente encontrado em altas concentrações em água doce, porque quando chega ao aquífero adsorvido às partículas de solo, é rapidamente capturado por plantas aquáticas. Mas em nascentes, não houve tempo hábil para o desenvolvimento de tal processo, o que pode ocasionar concentrações de fósforo.

Nos estudos realizados por Bezerra *et.al.* (2014), em reservatórios do semiárido brasileiro, foi detectado carga de fósforo aumentada em períodos secos, principalmente pela evapotranspiração, desta forma conseguem-se explicar o alto índice de fósforo na segunda coleta pois nesse período da segunda coleta os dias foram mais quentes, pois trata-se do verão o que acabou influenciando diretamente no resultado encontrado.

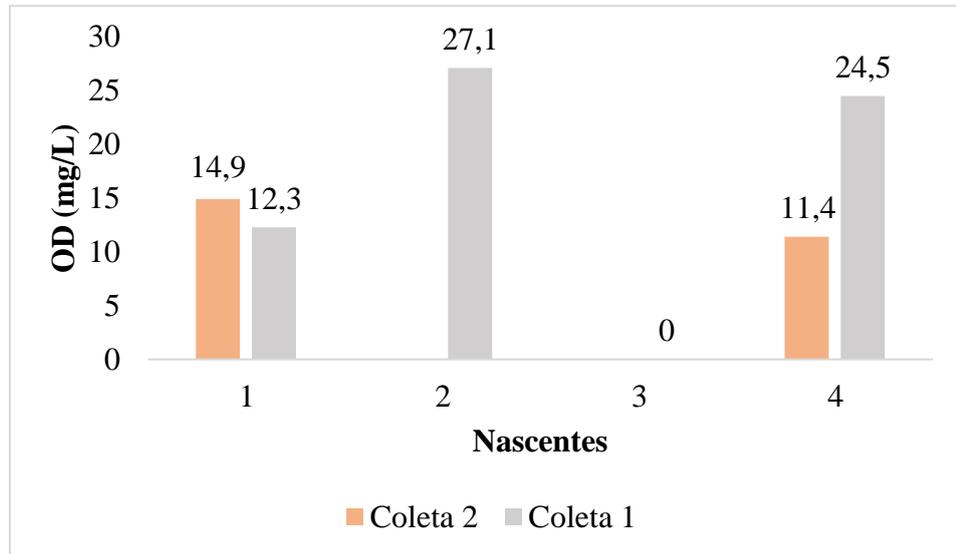
4.2.7 OXIGÊNIO DISSOLVIDO – (OD)

Ao analisar os dados de OD na primeira e segunda coleta, verificou-se que os valores se apresentam de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, estando na faixa entre 12 a 28 mg/L, ou seja, acima de 6 mg/L estipulado pela resolução, como apresentado na Figura 13. Além do fato de não ser possível efetuar a coleta dos pontos P2 e P3 na segunda coleta, o ponto P3 na primeira coleta não foi aferido devidamente devido a problemas relacionados a sonda durante a coleta o que fez com que o P3 da primeira coleta não apresentasse valores de resultado.

Desta forma, uma possível explicação para os resultados encontrados pode se dar pela especificidade de cada nascente, de forma que não foi possível medir o OD exatamente sobre elas, mas sim no primeiro ponto de acúmulo de água, por este motivo, nos locais onde o terreno

é mais inclinado, foram encontrados valores altos de OD, tendo em vista que a água escoou superficialmente, movimentando-se e se oxigenando, até o local da medição.

Figura 13 - Valores de Oxigênio Dissolvido quantificados nas nascentes em estudo.



Fonte: Autora 2022.

O ponto P1 apresentou valores mais baixos de OD tanto na primeira quanto na segunda coleta, muito possivelmente porque trata-se de um poço construído para o armazenamento de água. A mesma escoada por um conjunto de canos de material plástico chegando até um tanque que serve para a dessedentação animal. A coleta no ponto P1 foi realizada captando essa água diretamente da canalização, o que pode ter diminuído a aeração da água.

Para o ponto P2, o valor de OD foi mais elevado devido ao fato que a coleta não foi feita exatamente no local de afloramento da nascente, mas sim aonde havia o acúmulo de água o que fez com que a água percorre-se um caminho a céu aberto, proporcionando sua oxigenação. O ponto P4 teve seu OD elevado apesar da entrada de efluente, isto se deu pelo fato de a mesma percorrer uma distância em canalizações de concreto e no ponto de coleta a nascente ter uma queda de água facilitando assim a oxigenação da água.

Com isso pode-se entender que apesar do OD não ser um parâmetro tão avaliado em águas subterrâneas o mesmo vêm a ser muito importante para as águas superficiais uma vez que, quando encontrado em concentrações baixas, geralmente está associado a processos intensos de poluição com a presença de matéria orgânica biodegradável, podendo gerar vários problemas, como por exemplo, a ocorrência de mortandade de peixes e outros seres vivos do meio aquático (PIVELI; KATO, 2005).

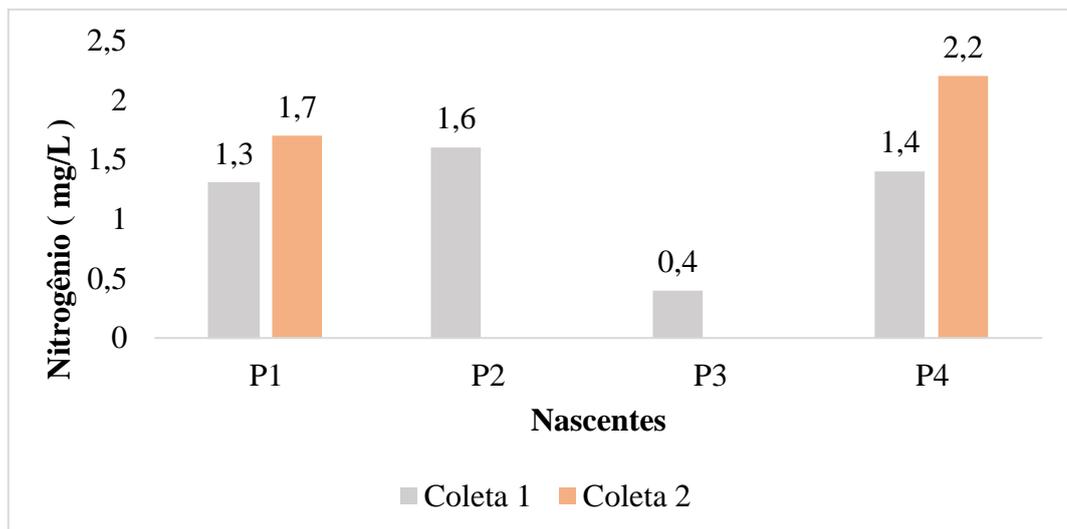
4.2.8 NITROGÊNIO

Ao analisar o nitrogênio total (Figura 14), observa-se que as maiores concentrações desse elemento ocorreram em nascentes onde há maior circulação de animais ao seu entorno além de possível presença de fertilizantes e descarga de efluentes.

Com isso, o ponto P3, apresentou menor valor em relação à média das demais nascentes (Figura 14) pois não há presença de animais nas proximidades, porém a mesma se encontra próxima a em uma área de plantio agrícola.

Para os demais pontos (Figura 14) o nitrogênio total apareceu de forma mais significativa. O ponto P2 da primeira coleta apresentou um resultado de 1,6 mg/L, podendo ter recebido influência do plantio agrícola existente em seu entorno. O ponto P1 tanto na primeira, como na segunda coleta apresentou resultados elevados para o nitrogênio. Esse ponto também pode ter sido influenciado pela presença de animais em suas proximidades. Já no ponto P4 também a presença de animais no entorno da nascente, além do despejo de efluente domésticos na nascente pode ter interferido nos resultados.

Figura 14 – Valores de nitrogênio quantificados nas nascentes em estudo.



Fonte: Autora 2022.

A Resolução Conama 357/2005, para classe I águas doces não menciona um valor máximo para o nitrogênio, porém menciona o nitrato, estipulado em 10 mg/L. esse valor foi

utilizado como comparativo neste estudo. Desta forma, considerando apenas o nitrato, os resultados obtidos se enquadram dentro da Resolução CONAMA 357/2005.

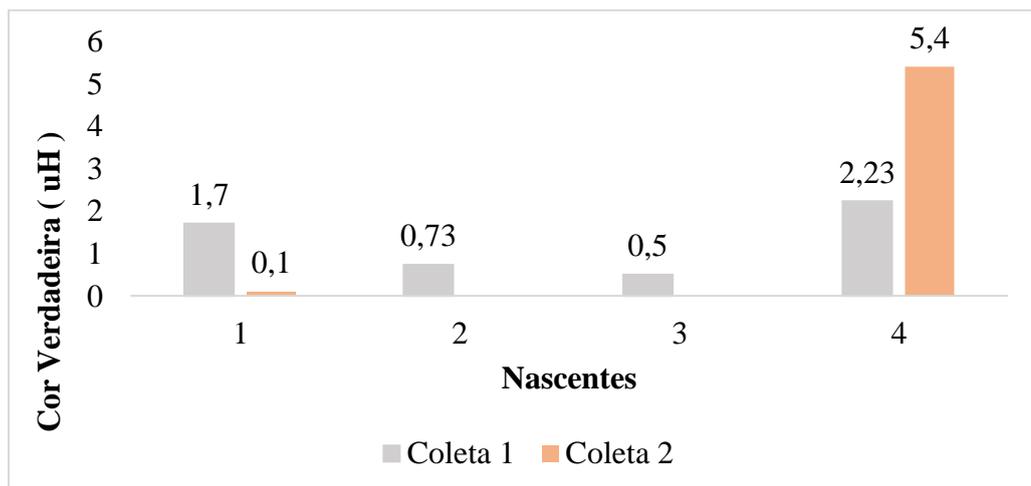
Assim, pode-se dizer que não houve a detecção de altas concentrações de nitrogênio nos pontos analisados. Carvalho (2001), destaca que altos valores deste elemento indicam a ocorrência de poluição recente, devido à rápida oxidação do nitrogênio na água, principalmente em decorrência das bactérias nitrificantes.

Von Sperling (2007), destaca que na ausência de contaminação a montante das nascentes, sejam elas provenientes de esgoto doméstico, efluente industriais ou ainda fertilizantes, se houver a presença de nitrogênio, a principal fonte de contaminação será proveniente de decomposição de matéria orgânica.

4.2.9 COR VERDADEIRA

A Resolução CONAMA 357/2005 referente a Classe especial e Classe I, indicam para esse tipo de água um valor inferior a 75 mg Pt/L. Conclui-se assim que os resultados encontrados para cor verdadeira estão dentro do desejável, como demonstrado na Figura 15.

Figura 15 – Valores de Cor Verdadeira quantificados nas nascentes em estudo.



Fonte: Autora 2022.

O ponto P4 é o que indicou valores maiores para cor verdadeira tanto na primeira como na segunda coleta e isso pode ter ocorrido devido ao fato de a mesma encontra-se em um ponto onde ocorre descarga de efluente.

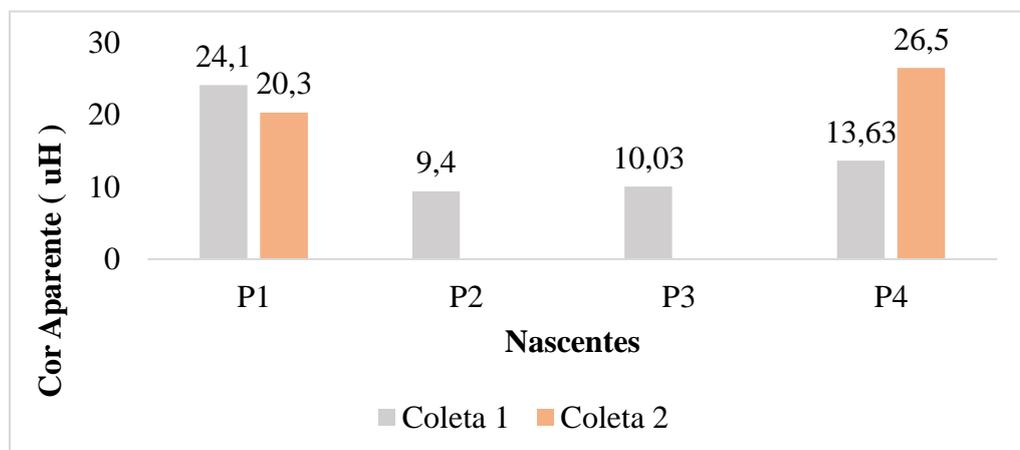
Queiroz *et al.* (2010) estudaram a influência do uso do solo no entorno de uma microbacia hidrográfica e mostraram que práticas como o plantio direto, sistema de terraços e preservação da mata ciliar nos rios são fatores que influenciam para uma boa qualidade da água, pois diminuem a erosão.

Desta forma através do parâmetro cor consegue-se avaliar a qualidade da água, pois está relacionado com a decomposição de matéria orgânica e com a suspensão de partículas. Quando este parâmetro está acima do desejável acaba influenciando negativamente uma vez que atrapalha a entrada de luz na água e deste modo acaba por prejudicar a dinâmica dos organismos aquáticos (PIRES, 2020).

4.2.10 COR APARENTE

Na análise da Cor aparente (Figura 16), os valores observados para a mesma em todos os pontos podem ser atribuídos a presença de ácidos húmicos e fúlvicos presentes, como por exemplo, matéria orgânica. Destaca-se que os pontos P1 e P4 tanto na primeira como na segunda coleta se sobressaíram entre as demais, evidenciando valores mais elevados de cor aparente. Isso pode ter ocorrido pela influência de animais de pastagem no entorno desses pontos o que favorece um aumento da matéria orgânica, além da presença dos ácidos húmicos e fúlvicos (SCHEIN *et al.*, 2016). Destacando que para o parâmetro cor aparente a CONAMA 357/2005 não estabelece um valor limite.

Figura 16 – Valores de Cor Aparente quantificados nas nascentes em estudo.



Fonte: Autora 2022.

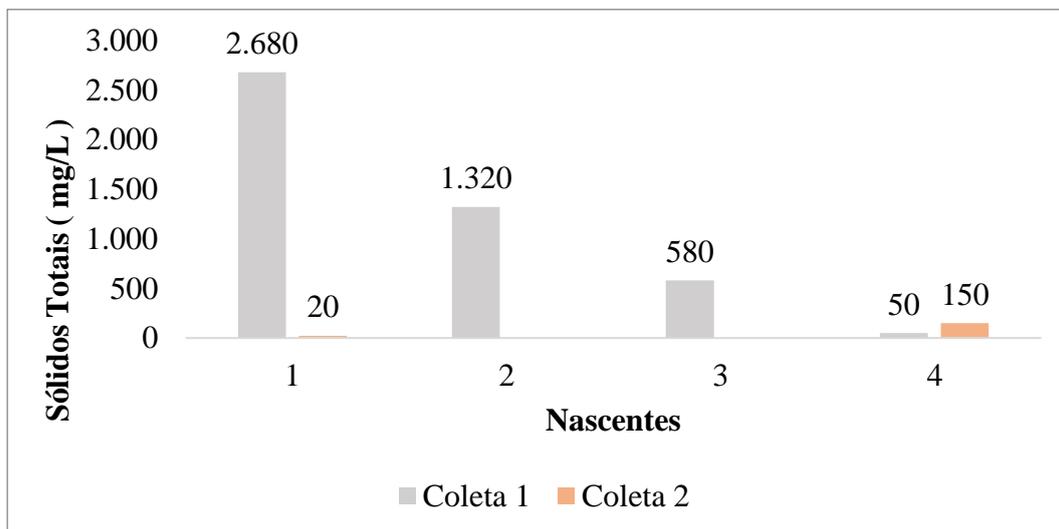
4.2.11 SÓLIDOS TOTAIS

Na Figura 17 apresentam-se os resultados obtidos para os sólidos totais nas águas das nascentes na primeira e na segunda coleta. Destaca-se os pontos P1 e P2 que obtiveram resultados maiores que os demais pontos para a primeira coleta. Já na segunda coleta, devido à falta de chuva no município foram realizadas coletas somente nos pontos P1 e P4., assim o P4 apresentou valores maiores, se comparado ao ponto P1.

O resultado encontrado para os pontos P1 e P2 na primeira coleta pode estar associado ao acúmulo de matéria orgânica proveniente das vegetações presentes nessa água, assim como o carreamento de partículas de material superficial contidos no solo até o curso d'água das respectivas nascentes. Vale ressaltar que o ponto P1 e P2 são próximos, o que compatibilizou os resultados.

O ponto P4 apresentou um acréscimo na segunda coleta, em relação a primeira. Isso pode estar associado a descarga de esgoto doméstico nessa nascente, ou a seca predominante na região nesse período, ou ainda pelo fato de que no local do P4 há criação de bovinos.

Figura 17 – Valores de Sólidos totais quantificados nas nascentes em estudo.



Fonte: Autora 2022.

Agriizzi (2012), chegou a resultados similares aos obtidos nesse estudo, pois as concentrações de sólidos totais variaram de 62,9 a 32,4 mg/L nas oito nascentes analisadas. Segundo o autor, o que condiciona esses resultados seria o revolvimento do solo por animais

que eventualmente alcançam o corpo d'água para a dessedentação, além da presença de partículas provenientes da parte aérea das árvores que se encontram nas adjacências da nascente. Sólidos totais segundo a Resolução CONAMA 357/2005 para águas de classe especial e classe I, não é atribuído um valor limite.

Segundo Macêdo (2001), todas as impurezas da água (exceto os gases dissolvidos) contribuem para a carga de sólidos, que por sua vez, podem ser classificados conforme seu tamanho e características químicas. Aos materiais em suspensão, somam-se bactérias, algas e protozoários, e o iodo, por exemplo.

4.3 AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

Os resultados das análises do IQA refletem as condições das nascentes no exato momento em que foram realizadas as coletas, assim os resultados podem apresentar variações ao longo de um dia. A Tabela 8 apresentou os resultados obtidos na primeira coleta realizada em novembro de 2022, período de primavera relacionado ao período de precipitação.

Tabela 8 – Resultados dos parâmetros obtidos para o cálculo do IQA primeira coleta.

Parâmetro	P1	P2	P3	P4
Temperatura	20,34	18,41	-	20,98
Sólidos Totais	2680	1320	-	50
Turbidez	5,25	7,37	-	2,62
Fósforo Total	7,1	4,2	-	3,4
Nitrogênio Total	1,3	1,6	-	1,4
Oxigênio Dissolvido	12,3	27,1	-	24,5
pH	6,12	6,23	-	6,88

Nota: (-) Ponto P3 não obteve resultado.

Fonte: Autora 2022.

A Tabela 9 apresenta os resultados obtidos na segunda coleta realizada em janeiro de 2023, na estação de verão caracterizado como o período de estiagem. Desta forma é destacado que o P2 e o P3 não obtiveram valores a partir do cálculo do IQA uma vez que estes pontos se

encontraram sem condições de análises devido a falta de chuva que procedeu na região segundo a estação meteorológica da Universidade Federal da Fronteira Sul *Campus* Cerro Largo/RS.

Tabela 9 – Resultados dos parâmetros obtidos para o cálculo do IQA na segunda coleta.

Parâmetro	P1	P2	P3	P4
Temperatura	30	-	-	27
Sólidos Totais	20	-	-	27
Turbidez	6,7	-	-	13,9
Fósforo Total	9,60	-	-	6,00
Nitrogênio Total	1,7	-	-	2,20
Oxigênio Dissolvido	14,9	-	-	11,4
pH	6,16	-	-	7,15

Nota: (-) Pontos P2 e P3 encontravam-se secos devido à falta de chuva no município de Cerro Largo/RS.

Fonte: Autora 2022.

Os valores de IQA referente ao período de primavera e verão estão destacados na Tabela 10. Os resultados foram obtidos através dos cálculos realizados aplicando os novos pesos redistribuídos.

Tabela 10 –Resultado do IQA para cada ponto de amostragem na primavera e verão

Ponto de Amostragem	Resultado IQA Primeira coleta	Resultado IQA Segunda coleta
P1	52	47
P2	47	-
P3	-	-
P4	50	49

Nota: (-) Resultado não encontrado.

Fonte: Autora 2022.

Os valores de IQA encontrados para os pontos citados na Tabela 10 variaram de 47 a 52. Esses valores, enquadram-se na faixa de aceitável, de acordo com a classificação apresentada pela ANA (2018). Ressalta-se que a inclusão dos parâmetros DBO e Coliformes

Termotolerantes, para o cálculo do IQA, poderá apresentar variação no enquadramento das águas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do que foi exposto é possível afirmar que as nascentes analisadas se encontram parcialmente fora dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para Classe I água doce.

Apesar da existência de várias legislações de proteção ambiental vigentes, em especial o Código Florestal, foi observado que das quatro nascentes estudadas duas não possuíam Área de Proteção Permanente (APPs), o que pode comprometer a disponibilidade hídrica da região ao longo do tempo. Nesse estudo os principais fatores relativos a conservação das nascentes são a ocupação antrópica e a agricultura intensiva praticada no seu entorno. Devem ser divulgadas e incentivadas ações conservacionistas, com o intuito de reduzir a degradação ambiental e alertar os donos das propriedades onde estão as nascentes sobre os impactos causados pela falta de preservação das mesmas.

As aplicações do IQA mostraram que as águas das nascentes estudadas se enquadram na classe aceitável, mas vale salientar que algumas das nascentes encontravam-se com uma área de APP preservada em seu entorno, mas outras não possuíam preservação, o que acabava por definir nos resultados. No ponto P4, foi constatado alto grau de degradação, uma vez que na própria nascente havia descarte de efluente, além de que foi perceptível a ação antrópica no meio, como pisoteio do gado.

Para trabalhos futuros, sugere-se realizar a determinação dos parâmetros Coliformes termotolerantes e Demanda Bioquímica de oxigênio (DBO), pois poderá ocorrer variação na classificação das nascentes do Arroio Encantado. Apesar disso, pode-se verificar que as águas dessas nascentes apresentam em um estado aceitável e que possivelmente a análise dos dois parâmetros faltantes somente corrobore para esta constatação.

Por fim destaca-se que a proteção das nascentes, incluindo o manejo adequado de terras em nível de bacias hidrográficas é a forma mais eficiente de uso dos recursos de uma região, pois visa à preservação e melhoria da quantidade e qualidade da água dos corpos hídricos. Com isso é pertinente afirmar, que a criação de um banco de dados com informação sobre as nascentes é de elevada relevância social, científica e ambiental no que concerne à qualidade de água dessas nascentes, servindo de base para o uso e manutenção consciente dessas APPs, além de subsídios para futuros trabalhos.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas – ANA. Indicadores de qualidade: Índice de Qualidade das Águas (IQA). Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em 28 dez. 2022.

AGRIZZI, D.V. **Índice de qualidade da água de nascentes no assentamento Paraíso, Alegre, ES. 2012.** 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo. Jerônimo Monteiro, ES, 2012.

ATTANASIO, C.M. **Planos de manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade.** Tese de doutorado apresentada na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP. Piracicaba, 2004.

BAIRD, R. B.. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 22. ed. Washington: American Public Health Association, 2012.

BAIRD, R. B.. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 23. ed. Washington: American Water Works Association, 2017.

BEZERRA, A. F. *et al.* **Balanco de Massa de Fósforo Total e o Estado Trófico em Reservatórios do Semiárido Brasileiro.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 2014, v. 19, n.2, p. 67-7

BRAGA B. H. I., *et al.* **Livro Introdução a Engenharia Ambiental.** Editora Prentice-Hall, 2009.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH).** Brasil. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm>. Acesso em 09 Jul. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de mar. de 2004. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.** Diário Oficial da União [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 mar. 2004. Seção 1, p. 266- 270.

BRASIL, Decreto nº 302 de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

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.

BRASIL. **Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012.** Proteção da Vegetação Nativa. Brasília: DOU, 2012.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a política nacional de meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências.** Disponível em: < <http://www.planalto.gov.br> >. Acesso em: 30 mai. 2022.

CALIJURI, M. C. **Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão.** São Paulo: Maria do Carmo Calijuri, 2013.

CARDOSO, P. L. **Avaliação do plano da bacia hidrográfica do rio dos sinos.** 2019. 126 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia, Lasalle, Canoas, 2019.

CARVALHO, A. L. **Contaminação de águas subsuperficiais em área de disposição de resíduos sólidos urbanos – o caso do antigo lixão de viçosa (MG).** 2001. 146 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2001.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo - Apêndice A - Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem.** 2008. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp>>. Acesso em: 12 jun. 2022.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Águas interiores: IQA – Índice de Qualidade das Águas 2017.** São Paulo: CETESB

CHAPMAN, D.; KIMSTACK, V. The selection of water quality variables. CHAPMAN D. (Ed.) In: *Water quality assessment.* London: Chapman & Hall Ltd., 1992. p. 51-117.

CONCEIÇÃO, K. Z. **Controle estatístico e previsão do monitoramento do índice de qualidade da água.** 2017. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, Cascavel – Paraná, 2017.

COSTA, F. F. **Avaliação ambiental em áreas de nascentes na bacia do alto rio gramame/pb.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

DAVIS, J., *et al.* Conservar a água perene é fundamental em paisagens áridas. **Conservação Biológica**, v. 211, p. 30-35, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.12.036>

DIAS, J. S., *et al.* Caracterização Do Estado De Conservação De Nascentes Do Córrego Da Pindaíba/MG. **Revista Internacional de Ciências**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 60-78, 18 abr. 2022. Universidade de Estado do Rio de Janeiro. <http://dx.doi.org/10.12957/ric.2022.60442>

EFFENDI, H. **River water quality preliminary rapid assessment using pollution index.** *Procedia Environmental Science*, v. 33, p. 562-567, 2016.

EZEZINOS, K. E. **Diagnóstico da microbacia do ribeirão achado no município de santana do paraíso/mg e proposição de medidas para revitalização de nascentes.** 2021. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (Profágua), Universidade Federal de Itajubá Instituto de Ciências Puras e Aplicadas, Itabira - Minas Gerais, 2021.

Falkenmark, M. F. C. **A ética da gestão socioeco-hidrológica das bacias hidrográficas: rumo à hidro solidariedade**, Hydrol. Sistema Terra. Sci., 6, 1-10, <https://doi.org/10.5194/hess-6-1-2002>, 2002.

FELIPPE, M. **Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de belo horizonte - mg com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.

FINOTTI, A. R., *et al.* **Monitoramento de recursos hídricos em áreas urbanas**. educs, caxias do Sul, 2009.

FERREIRA, K. C. D., *et al.* Adapting the National Sanitation Foundation water quality index to the Brazilian semiarid. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v. 46, n. 2, p. 277-286, 2015. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20150007>.

GALATTO, S. L., *et al.* **Diagnóstico ambiental de nascentes no município de criciúma, Santa Catarina**. Ciências Ambientais, Canoas, v. 5, n. 1, p. 39-56, 2011.

GALVAN, K. A., *et al.* **Análise ambiental macroscópica e a qualidade da água de nascentes na bacia do rio são Domingos/SC**, Brasil. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 165-176, 6 jan. 2020. Companhia Brasileira de Produção Científica. <http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2020.001.0016>.

Hasenack, H. W. E. **Base cartográfica vetorial continua do rio grande do sul – escala 1:50.000. Porto Alegre**. UFRGS-IB-Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM (Série Geoprocessamento, 3).

Hasenack, H. W. E. **Base cartográfica vetorial contínua do rio grande do sul - escala 1:50.000. Porto Alegre**. UFRGS Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM. (Série 19 Geoprocessamento n.3). ISBN 978-85-63483-00-5 (livreto) e ISBN 978-85-63843-01-2 (DVD).

HERMANN, L. **CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA E ANÁLISE DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS DO LAJEADO LAMBEDOR, MUNICÍPIO DE SENADOR SALGADO FILHO – RS**. 2018. 39 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2018.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2ª Ed. Editora Átomo, Campinas- São Paulo, 2008

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3. ed. Campinas, Sp: Átomo, 2010.

MAIA, C. O., *et al.* **Qualidade da água de nascentes e cursos fluviais de baixa ordem como indicador de desafios de gestão de parques urbanos em Belo Horizonte/MG**. Caderno de Geografia, [S.L.], v. 31, n. 64, p. 92, 22 jan. 2021. Pontificia Universidade Católica de Minas Gerais. <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2021v31n64p92>.

MACÊDO, J. A. B. de. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. Rio de Janeiro: Impresso Brasil, 2001. 302 p

METCALF & EDDY. **Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos**. 5^o edição

MONTOYA, C., *et al.* **Efecto del incremento en la turbiedad del água cruda sobre la eficiência de procesos convencionales de potabilización**. *Revista Escuela de Ingeniería de Antioquia* - EIA, n^o 16, p. 137-148, 2011.

MOURA, J. E. G., *et al.* **O gradiente rio-barragem do reservatório de Sobradinho afeta a composição florística, riqueza e formas biológicas das macrófitas aquáticas?** *Rodriguésia*, [S.L.], v. 62, n. 4, p. 731-742, dez. 2011. FapUNIFESP (SciELO).
<http://dx.doi.org/10.1590/s2175-78602011000400003>.

OLIVEIRA, C. R. **Qualidade da água e conservação de nascentes em assentamento rural na mata pernambucana**. 2014. 142 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (Ppgec), Universidade Federal de Pernambuco (Ufpe) Centro de Tecnologia e Geociências (Ctg, Recife – Pernambuco - Brasil, 2014.

OGASSAWARA, J. F; GASS, S. L. B. Análise morfométrica dos afluentes principais da bacia hidrográfica do rio Uruguai e sua influência nas inundações na cidade de Itaquí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Geomática**, [S.L.], v. 6, n. 3, p. 222, 1 out. 2018. Universidade Tecnológica Federal do Parana (UTFPR).
<http://dx.doi.org/10.3895/rbgeo.v6n3.7615>.

PELUZIO, T. M. O.; *et al.* mapeamento de áreas de preservação permanente no arcgis 9.3. ALEGRE: CAUFES.2010.

PIRES, L. G. **A água não está para peixe: Etnohidrologia e os indicadores de qualidade da água**. 2020. 78 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Agroecologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - Minas Gerais, 2020.

PINTO, L. V. A. **Caracterização física da sub-bacia do ribeirão santa cruz, lavras, mg, e propostas de recuperação de suas nascentes**. 2003. 179 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Lavras Minas Gerais, 2003.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. In: **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. 285p, 2006.

QUEIROZ, M. M. F. *et al.* **Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural**. *Revista Verde de Agroecologia e desenvolvimento sustentável*, v. 5, p. 200-210, 2010.

RIBEIRO, Paulo Roberto C. C., *et al.* **Métodos de recuperação de mata ciliar como proposta de recuperação de nascentes no cerrado**. *centro científico conhecer, goiânia*, v. 8, n. 15, p. 1866-1882, 30 nov. 2012.

Revitalização de nascente para produção de água. Belo Horizonte-Mg: Epamig, v. 32, n. 263, 2011. Disponível em: <https://www.epamig.br/download/informe-agropecuario-263-revitalizacao-de-nascentes-para-producao-de-agua2011/?wpdmdl=2510&refresh=62d208e63b86f1657932006>. Acesso em: 15 jun. 2022.

RIO GRANDE DO SUL. **Secretaria Estadual do Meio Ambiente - SEMA**. Relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos no Estado do Rio Grande do Sul – Ano 2020. Porto Alegre: SEMA, 2022.

RIO GRANDE DO SUL. Lei nº 10.350, de 30 de dezembro de 1994. **Política Estadual de Recursos Hídricos**.

SAKAGUTI J. **Gestão, governança e uso das águas no Brasil e em Singapura: um estudo dos casos da ilha principal de Singapura e bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, SP/MG**. Piracicaba, São Paulo, 2016.

SANTOS, D. R. C. S.; SANTOS, V. C. **Impactos ambientais macroscópicos e qualidade da água em nascentes localizadas na Vila Bananeira, Arapiraca-AL**. *Diversitas Journal*, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 481-498, 27 Jan. 2021. Universidade Estadual De Alagoas. [Http://Dx.Doi.Org/10.17648/Diversitas-Journal-V6i1-1181](http://Dx.Doi.Org/10.17648/Diversitas-Journal-V6i1-1181).

Saúde, Ministério Da. **Vigilância E Controle Da Qualidade Da Água Para Consumo Humano**. Brasília: Ms, 2006.

SCHEIN, V. A. S., *et al.* **Análises Físico-Químicas Da Água Das Nascentes Do Rio Caveiras – Reserva Particular Do Patrimônio Natural Serra Da Farofa**. Abes – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Lages, Sc, p. 1-5, 2016.

SEMA/RS. 2018. **Secretaria estadual do meio ambiente**. Base Cartográfica do Estado do Rio Grande do Sul (BCRS25).

SILVA, J. M. **Hidroquímica e vulnerabilidade do sistema aquífero barreiras na bacia hidrográfica do Rio Pirangi/rn. 2020**. 137 f. Dissertação de mestrado (Pós Graduação em Geodinâmica e Geofísica) - Universidade do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento e Análise Ambiental**. Brasil: Bertrand Brasil, 2004. 366 p.

SOARES, S. E. H., *et al.* **Tecnologia social de recuperação de nascentes no estado de alagoas**. *Diversitas Journal*, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 1828-1836, 2 fev. 2021. Universidade Estadual de Alagoas. <http://dx.doi.org/10.17648/diversitas-journal-v6i1-1708>.

SOUZA, J. R., *et al.* **Importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso rio Almada, Sul da Bahia, Brasil**. *REDE - Revista Eletrônica do Prodepa*, v. 8, n. 1, p. 26-45, 2014.

SOUZA, J. E. G., OLIVEIRA, V. P. S. Qualidade da Água do rio Itabapoana: análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos e influência de empreendimentos hidrelétricos. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 29, 30 out. 2017. Essentia Editora. <http://dx.doi.org/10.19180/2177-4560.v11n12017p29-41>.

TODESCHINI, R. **QUALIDADE DA ÁGUA EM NASCENTES DA BACIA DO VACAÍMIRIM COM DIFERENTES USOS E COBERTURAS DO SOLO**. 2016. 161

f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

TUNDISI, J. G; TUNDISI, T. M. **Limnologia. Oficina dos Textos.** São Paulo - SP, 2008.

TUNDISI, J. G. (Coord.) **Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro recursos hídricos.** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2014.

VALENTE, O. F; GOMES, M. A. **Conservação de Nascentes.** Brasil: Aprenda Fácil, 2011. 267 p.

VON SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3ª Edição. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte, 2005.

VON SPERLING, M. Estudo e modelagem da qualidade da água de rios. UFMG, Belo Horizonte, 588p. 2007.