

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - CAMPUS OURO PRETO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE GEOGRAFIA EM REDE

CLAIR CELSO SILVA

**PROPOSTA DIDÁTICO-EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE RECURSOS
HÍDRICOS: Qualidade da água na bacia do ribeirão ibirité.**

Ouro Preto - MG
2025

CLAIR CELSO SILVA

**PROPOSTA DIDÁTICO-EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE RECURSOS
HÍDRICOS: QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA DO RIBEIRÃO IBIRITÉ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Geografia em rede, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Geografia.

Orientadora: Profa. Dra Elizêne Veloso Ribeiro
Coorientador: Prof. Dr. Diego Alves de Oliveira

Ouro Preto - MG
2025

*Este trabalho é também um tributo à potência
que habita em cada jovem que resiste, sonha e
transforma sua realidade pela via da educação.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus inteligência suprema, causa primária de todas as coisas — fonte de toda inspiração, força e sabedoria.

A Professora Dra. Elizêne Veloso e ao Professor Dr. Diego Alves, meus orientadores, deixo meu mais profundo reconhecimento. Obrigado por cada conselho, correção, incentivo e, principalmente, por acreditarem na relevância deste trabalho. A orientação de vocês foi mais que acadêmica — foram solidários, generosos e compromissados com a formação humana e científica.

À minha família, meu alicerce, agradeço pelo amor incondicional, pelas orações silenciosas, pelas palavras de ânimo e por compreenderem minhas ausências durante este processo intenso. Vocês são parte essencial desta conquista.

Aos colegas do Mestrado — turma de 2023 — meu carinho e admiração.

A Professora Mestre Simone, minha parceira e apoio constante, obrigada por caminhar ao meu lado com disposição, escuta e amizade.

Aos Alunos da Escola Estadual no “Parque Elizabeth” por estarem comigo nesta caminhada e entenderem os processos de produção científica em uma escola pública.

A CAPES pela concessão da bolsa.

S586p

Silva, Clair Celso.

Proposta didático-experimental para o ensino de recursos hídricos
[manuscrito] : qualidade da água na Bacia do Ribeirão Ibitité / Clair Celso
Silva. – 2025.

121 f. : il.

Orientadora: Elizêne Veloso Ribeiro.

Dissertação (mestrado) - Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus*
Ouro Preto, 2025.

1. Geografia - Estudo e ensino. 2. Bacias hidrográficas - Ibitité. 3.
Educação ambiental. I. Ribeiro, Elizêne Veloso. II. Instituto Federal de
Minas Gerais. *Campus* Ouro Preto. III. Título.

CDU: 556.51

Catálogo: Kelly Cristiane Santos Moraes - CRB-6/3217



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Ouro Preto
Diretoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação Mestrado
Profissional em Ensino de Geografia em Rede Nacional
Rua Pandiá Calógeras, 898 - Bairro Bauxita - CEP 35400-000 - Ouro Preto - MG
- www.ifmg.edu.br

FOLHA DE APROVAÇÃO TRABALHO FINAL MESTRADO

CLAIR CELSO SILVA

PROPOSTA DIDÁTICO-EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE RECURSOS HÍDRICOS: QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA DO RIBEIRÃO IBIRITÉ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Mestrado Profissional em Ensino de Geografia em Rede Nacional do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - IFMG/*Campus* Ouro Preto, para obtenção do grau de Mestre em Geografia.

Aprovado(a) em 05 de setembro de 2026, pela Banca Examinadora:

Profa. Dra. Elizêne Veloso Ribeiro - IFMG - *Campus* Ouro Preto - Orientadora

Prof. Dr. Diego Alves de Oliveira - IFMG - *Campus* Ouro Preto - Coorientador

Prof. Dr. Guilherme Taitson Bueno - UFG (membro externo)

Profa. Dra. Izabela Aparecida da Silva Mendes - Escola Estadual Marília de Dirceu - SEE/MG (membro externo)

Prof. Dr. Igor Rafael Torres Santos – IFMG - Campus Ouro Preto

gov.br
Documento assinado digitalmente
GUILHERME TAITSON BUENO
Data: 13/02/2026 09:00:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



Documento assinado eletronicamente por **Elizene Veloso Ribeiro, Professora**, em 22/01/2026, às 12:14, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **IZABELA APARECIDA DA SILVA MENDES, Usuário Externo**, em 23/01/2026, às 14:52, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Diego Alves de Oliveira, Professor**, em 27/01/2026, às 14:27, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Igor Rafael Torres Santos, Professor**, em 03/02/2026, às 15:12, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2592748** e o código CRC **0B30BF03**.

23213.002637/2024-16

2592748v1

RESUMO

Este estudo apresenta uma proposta didática para o ensino de recursos hídricos, tomando como referência a bacia hidrográfica do Ribeirão Ibité, em Minas Gerais, e o contexto da Educação Básica. A região, fundamental para o abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte, enfrenta problemas relacionados à degradação ambiental e à baixa sensibilização quanto ao uso responsável da água. Nesse sentido, o trabalho teve como objetivo propor práticas educacionais que contribuam para a compreensão crítica dos recursos hídricos e para o desenvolvimento do protagonismo estudantil no ensino de Geografia. Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa, de caráter propositivo, fundamentada em revisão teórica e na elaboração de uma sequência didático-experimental voltada para os anos finais do ensino fundamental (6º ao 9º) no contexto da bacia do Ribeirão Ibité. A proposta articula atividades teóricas, experimentais e de campo, incluindo a análise qualitativa da água por meio de instrumentos como o Ecokit, a técnica do Azul de Metileno e o Protocolo de Avaliação Rápida da Qualidade Ambiental de Rios. Ressalta-se que a inserção de práticas investigativas e contextualizadas no ensino de Geografia apresenta potencial para favorecer a aprendizagem significativa, o desenvolvimento do pensamento crítico e a compreensão das dimensões socioambientais da água. Além disso, a valorização do território vivido contribui para o reconhecimento dos estudantes como sujeitos ativos na análise e na preservação dos recursos hídricos. Conclui-se que a proposta didático-experimental constitui uma estratégia relevante para o ensino de Geografia e para a educação ambiental, ao integrar conhecimento científico e realidade local, contribuindo para a formação de estudantes mais críticos e conscientes em relação à gestão dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Ensino de Geografia. Bacia hidrográfica. Educação ambiental. Atividade prática. Protagonismo estudantil.

ABSTRACT

This study presents a didactic proposal for teaching water resources, focusing on the Ibirité Stream watershed and on elementary school students from a nearby school. The watershed, which plays an essential role in supplying water to the Metropolitan Region of Belo Horizonte (MRBH), faces recurring problems related to environmental degradation and the lack of public awareness regarding the responsible use of water. In this context, the study seeks to examine how didactic–experimental activities can contribute to students’ understanding of the topic and to the development of critical awareness concerning water resources. The proposal integrates theoretical, experimental, and field activities, structured in a didactic–experimental sequence tailored for the final years of Elementary School (6th to 9th grades) centered on teaching water resources in the Ibirité Stream watershed. The main goal is to promote educational practices that foster student protagonism, encourage observation of the local environment, and strengthen awareness of water conservation within the Geography curriculum. Among the proposed activities are the collection and analysis of water quality using the Ecokit, the Methylene Blue technique, and the Rapid Assessment Protocol for Environmental Quality of Rivers, which bring students closer to basic scientific investigation procedures. It is expected that students will develop a broader understanding of the importance of preserving water resources and recognize both their individual and collective roles in ensuring water quality within their communities. Through this didactic and experimental approach, the study aims to encourage more conscious, critical, and engaged students in the care of water resources in the Ibirité Stream watershed and in other regions of the country, contributing to the strengthening of participatory management.

Keywords: Geography teaching. Watershed. Environmental education. Practical Activity. Student protagonism.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa Nascentes Cadastradas - Ibirité, 2025.	31
Figura 2 - Mapa Geral de Localização.....	54
Figura 3 - Mapa Localização da Escola Estadual no "Parque Elizabeth"	68
Figura 4 - Organograma Metodológico: 6° ao 9° Anos	83
Figura 5 - Escala de Cores Qualidade da Água	90
Figura 6 - pH.....	93
Figura 7 - Oxigênio Dissolvido.....	93
Figura 8 - Azul de Metileno.....	95
Figura 9 - Seringa 60 ml Pipeta de Pasteur 1 ml	95
Figura 10 - Seringa 1 ml	95

LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Perfil Topográfico da Sede de Ibitaré/MG	59
Gráfico 2 - Evolução da População no Contexto Urbano-Rural	59
Gráfico 3 - Comparação entre o IDEB Escola Estadual no "Parque Elizabeth", Rede Pública Municipal e a Rede Estadual de Minas Gerais	65

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese Conceito de Lugar nas Correntes do Pensamento Geográfico .50

LISTAS DE TABELA

Tabela 1 - Área das Microbacias e Extensão Longitudinal dos Cursos d'água

Principais do Município de Ibirité.....57

Tabela 2 - Registro Cor - Azul de Metileno95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALEMG - Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais

AM - Azul de Metileno

ANA - Agência Nacional de Águas

APP - Áreas de Preservação Permanente

BH - Bacia Hidrográfica

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CBH - Comitê de Bacia Hidrográfica

CBHSF - Comitê de Bacia Hidrográfica do São Francisco

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais

DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio

DCN - Diretrizes Curriculares Nacionais

DEAM - Diretoria de Educação Ambiental

EA - Educação Ambiental

ECO-92 - Cúpula da Terra ou Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento

EJA - Educação de Jovens e Adultos

EPA - Environmental Protection Agency

EPI's - Equipamento de Proteção Individual

ETA - Estação de Tratamento de Água

FECITEC - Feira Estadual de Ciência e Tecnologia

GPS - Sistema de Posicionamento Global

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICEB - Iniciação Científica na Educação Básica

IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

IQA - Índice de Qualidade da Água

LDB - Lei de Diretrizes e Base

MEC - Ministério da Educação e Cultura

mL- Mililitro

OD - Oxigênio Dissolvido

ODM - Objetivos do Milênio

ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

ONU - Organização das Nações Unidas

PANGEA - Plano Nacional de Gestão da Educação Ambiental

PAR - Protocolo de Avaliação Rápida

PETROBRAS - Petróleo Brasileiro S. A

PH - Potencial Hidrogeniônico

PNQA - Programa Nacional de Qualidade da Água

PNRH - Programa Nacional de Recursos Hídricos

PRONEA - Programa Nacional de Educação Ambiental

REGAP - Refinaria Gabriel Passos

RMBH - Região Metropolitana de Minas Gerais

SC - Santa Catarina

SD - Sequência Didática

SEE-MG - Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais

SEMAD - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SINGREH - Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos

SISEMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

SP - São Paulo

UEMG - Universidade Estadual de Minas Gerais

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura

Sumário

1.Introdução.....	17
1.1.O Problema da Pesquisa	22
1.2. Objetivos	23
1.2.1. Objetivo Geral.....	23
1.2.2. Objetivos Específicos	23
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	24
2.1. Síntese Histórica da Educação Ambiental	24
2.2. Avanços Legais e Institucionais no Brasil.....	25
2.3. Educação Ambiental e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).	27
2.4. Iniciativas Locais: Minas Gerais e Ibirité.....	29
2.5. Recursos Hídricos: Perspectivas Históricas, Legais e Ambientais.....	32
2.6. Qualidade da Água.....	34
2.6.1. Parâmetros Indicadores da Qualidade da Água	36
2.6.2. Os Parâmetros Físicos.....	36
2.6.3. Os Parâmetros Químicos.....	38
2.6.4. Os Parâmetros Biológicos.....	43
2.7. Resolução Conama 357	44
2.8. Lugar na Geografia: da Descrição à Centralidade no Ensino	48
3.0. MATERIAIS E MÉTODOS	52
3.1. Área de Estudo	52
3.1.1. A Descrição da Hidrografia Para Além do Curso D'água	55
3.1.2. O Município de Ibirité - Histórico de Formação	58
3.1.3. Escola Estadual no Parque Elizabeth.....	60
4. TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS	69
4.1. Discutir a Prática da Análise Qualitativa dos Recursos Hídricos a Partir da Abordagem do Conceito de Bacia Hidrográfica nos Anos Finais da Educação Básica.....	72
4.2. Elaboração da Sequência Didática.	75
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
5.1. A Prática da Análise Qualitativa dos Recursos Hídricos nos Anos Finais da Educação Básica.....	77
5.2. Sequência Didática.....	80
5.2.1. Primeira Sequência – Aulas Teóricas.....	84
5.2.2. Materiais Utilizados	89

5.2.3. Procedimentos Metodológicos	92
5.2.4. Trabalho de Campo	96
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	98
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
ANEXOS	117

1. INTRODUÇÃO

Embora a Terra seja conhecida como planeta azul, com cerca de 71% de sua superfície coberta por água em forma de oceanos, mares, rios, lagos e geleiras, apenas cerca de 0,3% da água doce está acessível em rios e lagos, o que a torna um recurso escasso (Margarido; Mello, 2020, p. 46).

Devido à sua importância para a vida, a água é utilizada em inúmeras atividades humanas, como abastecimento público e industrial, irrigação, geração de energia e lazer. Contudo, essa multiplicidade de usos tem se desenvolvido em um contexto de disputas territoriais, no qual interesses individuais e coletivos frequentemente se sobrepõem à necessidade de equilíbrio dos sistemas hídricos (Magalhães Júnior *et al.*, 2022, p. 105). O acesso à água potável, especialmente em ambientes urbanos, vem se tornando caro e limitado, comprometendo a qualidade de vida, a economia e o desenvolvimento regional (Silva, 2012; ANA, 2019).

Diante desse cenário, torna-se necessária a adoção de práticas mais sustentáveis de gestão dos recursos naturais, capazes de conciliar desenvolvimento econômico e preservação ambiental. No Brasil, esse direcionamento é reforçado por instrumentos legais, como a Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997) e a Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1999), que estabelecem diretrizes para o uso racional da água e a formação de uma consciência ambiental crítica.

A relação entre sociedade e natureza, historicamente construída, intensificou-se com o avanço das formas de produção e com a consolidação do modelo econômico capitalista, ampliando a exploração dos recursos naturais. Esse processo contribuiu para o agravamento de problemas ambientais, como a degradação dos ecossistemas e a escassez hídrica, evidenciando a necessidade de revisão dos padrões de desenvolvimento adotados.

Nesse contexto, a educação ambiental assume papel estratégico na formação de sujeitos críticos e conscientes. Conforme destaca Freire (1996), o processo educativo deve promover a construção do conhecimento de forma participativa, estimulando a reflexão sobre a realidade e a atuação transformadora dos indivíduos.

Para alcançar essa formação crítica, é fundamental adotar uma perspectiva que considere a complexidade dos problemas contemporâneos. Nesse sentido, Morin

(2000) ressalta a necessidade de uma educação voltada à compreensão do pensamento complexo, capaz de articular diferentes dimensões do conhecimento.

A escola, enquanto espaço de organização sistemática do saber, desempenha papel central nesse processo. Segundo Libâneo (1990), ela constitui o ambiente privilegiado para a formação intelectual e social dos estudantes, embora não seja o único espaço de aprendizagem. No entanto, conforme apontam Bortolozzi e Filho (2000), a educação ambiental nas escolas ainda é frequentemente tratada de forma superficial, recorrendo a abordagens simplificadas diante de problemas complexos.

Diante disso, torna-se necessário fortalecer práticas educativas que promovam não apenas a criticidade, mas também o engajamento e a participação ativa dos estudantes. Nesse sentido, o incentivo à formação científica desde a educação básica, como destaca o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, 2023), é fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade mais consciente e preparada para enfrentar os desafios socioambientais.

Diante desse contexto, torna-se relevante propor estratégias didáticas que aproximem os conteúdos escolares da realidade vivida pelos estudantes. O estudo da bacia hidrográfica local, nesse sentido, possibilita uma abordagem contextualizada, favorecendo a compreensão das dinâmicas socioambientais e estimulando o desenvolvimento do pensamento crítico.

Assim, esta dissertação tem como foco a análise do ensino de recursos hídricos nos anos finais da educação básica, considerando sua articulação com o espaço de vivência dos estudantes. Busca-se responder à seguinte questão de pesquisa: o conteúdo de recursos hídricos é abordado de forma adequada, contemplando aspectos como a bacia hidrográfica e a qualidade da água, em diálogo com a realidade local?

Para tanto, propõe-se a elaboração de uma sequência didática voltada ao estudo da bacia hidrográfica do município de Ibitité-MG, integrando atividades teóricas e práticas que estimulem a investigação e a sensibilização ambiental.

A dissertação está estruturada em seis capítulos: o Capítulo 2 apresenta a revisão da literatura; o Capítulo 3 descreve a metodologia; o Capítulo 4 apresenta técnicas e procedimentos; o Capítulo 5 apresenta os resultados; o Capítulo 6 resultados e discussões e o Capítulo 7 traz as considerações finais.

A presente pesquisa nasce de inquietações gestadas desde a graduação, período em que já vislumbrava uma Geografia escolar mais atrativa, significativa e capaz de desenvolver a inteligência geográfica dos educandos, promovendo sua atuação crítica e cidadã. Tal perspectiva converge com Fialho et al. (2008), ao afirmarem que o ensino da Geografia historicamente busca contribuir para a formação de sujeitos conscientes e atuantes.

Ao longo de 17 anos de experiência docente, foram identificadas lacunas no processo de ensino-aprendizagem, como a falta de estudo sistematizado do município para compreender o espaço vivido e a superficialidade das feiras de ciências e meio ambiente, que muitas vezes se limitam a eventos formais desconectados do currículo e sem aprofundamento conceitual. Essa realidade reflete falhas no planejamento e uma lógica educacional que privilegia conteúdos genéricos e descontextualizados, afastando-se das particularidades do território escolar e de uma formação crítica e transformadora.

O estudo do município, fundamental para o conhecimento geográfico, mostra-se ausente ou fragmentado em diversos projetos pedagógicos. Esse afastamento da realidade local evidencia uma dificuldade histórica de incorporar o cotidiano dos estudantes como ponto de partida para a leitura crítica do mundo, conforme propõe Freire (1996), ao defender que a educação exige amor, humildade e consciência social, elementos que se constroem a partir do reconhecimento do espaço que se habita.

Da mesma forma, as feiras de ciências e meio ambiente que deveriam fomentar investigação, transdisciplinaridade e consciência socioambiental têm sido tratadas como atividades protocolares, com pouca integração curricular e reduzido rigor metodológico. Essa constatação emergiu da análise de documentos pedagógicos, relatórios escolares e diálogos com docentes e estudantes, revelando que muitos trabalhos apresentados carecem de aprofundamento e de articulação com os fundamentos da Geografia crítica. Iniciativas mais consistentes, como a FECITEC¹

¹ FECITEC é um projeto realizado na Universidade Federal de Viçosa (UFV) – Campus Florestal, que conta com recursos da UFV, da Central de Desenvolvimento Agrário de Florestal (CEDAF), do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTIC) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

e o Programa ICEB2, demonstram, porém, o potencial de atividades científicas estruturadas para promover aprendizagem significativa e engajamento discente.

A transdisciplinaridade, nesse contexto, constitui um eixo fundamental para enfrentar a complexidade dos problemas ambientais, articulando conhecimentos científicos, saberes populares, experiências vividas e dimensões éticas. Bernardes et al. (2004) destacam que cabe à ciência geográfica atuar como mediadora, despertando a sensibilização para a preservação da natureza. Callai (1995) acrescenta que a formação cidadã requer docentes igualmente comprometidos com o exercício da cidadania em suas práticas educativas.

Outra lacuna observada ao longo da prática docente refere-se ao distanciamento dos estudantes em relação aos temas ligados à água, frequentemente limitados ao consumo humano e desvinculados de uma compreensão socioambiental mais ampla. Layrargues e Lima (2014) argumentam que a Educação Ambiental deve superar abordagens fragmentadas e conservacionistas, promovendo uma compreensão crítica das relações entre sociedade e natureza. Nessa perspectiva, a temática da água precisa ser trabalhada de forma contextualizada, favorecendo a compreensão de sua complexidade e de sua relevância para a formação de cidadãos críticos e comprometidos com a sustentabilidade.

Tal panorama se agrava frente aos desafios contemporâneos da gestão hídrica, especialmente em áreas urbanas marcadas pela irregularidade das chuvas e pela redução dos níveis dos reservatórios — como o de Sobradinho, que chegou a operar com apenas 4% de sua capacidade —, o que exige políticas de racionalização e o desenvolvimento de tecnologias de uso eficiente da água (Castro e Pereira, 2019). Nesse cenário Carvalho (2025) adverte que a ausência de conhecimentos críticos e reflexivos sobre a realidade impede que se vislumbrem soluções para os problemas ambientais, reforçando a necessidade de aproximar o ensino de Geografia do cotidiano para que questões como a da água façam sentido em sua formação cidadã, conforme enfatiza Callai (2005).

² ICEB (Iniciação Científica na Educação Básica) é um projeto da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (SEE/MG) que visa intensificar o estudo e a reflexão dos Temas Contemporâneos Transversais. Os estudantes da rede pública estadual participam desse projeto, aplicando metodologias científicas para identificar e propor soluções para situações-problema de seu contexto social.

Diante disso, propõe-se uma abordagem crítica e sistêmica dos recursos hídricos, estruturada a partir do conceito de bacia hidrográfica e integrada à prática por meio de uma Sequência Didática (SD). Tal proposta articula teoria e experimento, estimula o protagonismo discente e insere o estudo da realidade local como eixo formativo. Ao promover uma leitura geográfica do território com base na gestão sustentável da água, a pesquisa contribui para a formação de agentes multiplicadores da conservação dos recursos hídricos, impactando práticas escolares e potencialmente influenciando políticas públicas locais. Essa perspectiva dialoga diretamente com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ONU, 2015), que trata do acesso à água potável e do uso sustentável desse recurso.

Como resultado final, será elaborado um manual prático destinado ao ensino de Geografia para o Ensino Fundamental, com foco nos recursos hídricos. A confecção de uma Sequência Didática atente às diretrizes da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, 2019) no que se refere à elaboração de produtos técnicos em programas de pós-graduação, contribuindo para a aproximação entre pesquisa acadêmica e prática escolar.

Além disso, o manual dialogará com os princípios da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018), fortalecendo competências e habilidades relacionadas à educação ambiental, ao pensamento crítico e à leitura do espaço geográfico. Assim, o produto final consolida-se como ferramenta didática contemporânea, comprometida com um ensino de Geografia contextualizado, crítico e socialmente relevante.

1.1. O Problema da Pesquisa

A presente pesquisa emerge da constatação, advinda da experiência concreta em sala de aula, de uma significativa ineficácia didática no ensino de Recursos Hídricos na Geografia escolar, na qual a abordagem dos conteúdos — especialmente o conceito de Bacia Hidrográfica — tem se manifestado de modo excessivamente abstrato e generalista.

Tal prática distancia-se da realidade socioambiental local dos estudantes e falha ao abordar o município como um território ativo de produção do conhecimento. Nesse sentido, como afirma Callai (2011, p. 131), a educação geográfica só ganha significado quando se articula ao espaço vivido, permitindo ao estudante compreender a espacialidade a partir de sua própria realidade.

Essa problemática torna-se particularmente evidente no contexto da Bacia do Ribeirão Ibirité, em Minas Gerais, onde a desconexão entre a teoria curricular e as questões imediatas de degradação ambiental e qualidade da água compromete a apropriação crítica do saber geográfico.

Nesse cenário, delinea-se o problema central desta dissertação, que consiste em investigar:

De que maneira a implementação de uma Proposta Didático-Experimental, fundamentada em metodologias práticas, simples e de baixo custo — tais como a análise com Azul de Metileno, o uso do Ecolit e a aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) — apresenta potencial para qualificar o ensino de Recursos Hídricos, reduzindo o distanciamento entre o currículo formal de Geografia e a realidade socioambiental da Bacia do Ribeirão Ibirité, promovendo a reflexão crítica e a apropriação territorial por parte dos estudantes?

Considera-se que a resposta a essa questão possibilita defender a inserção qualificada de práticas territoriais e socioambientais no ensino de Geografia, de modo a ressignificar as práticas educacionais e fortalecer uma formação geográfica contextualizada, crítica e emancipadora. Essa perspectiva culmina na elaboração de uma Sequência Didática voltada ao ensino de Recursos Hídricos, a qual servirá como material prático de apoio e potencial solução ao problema investigado.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Propor práticas educacionais que promovam o protagonismo estudantil e a sensibilização crítica sobre o uso dos recursos hídricos, no âmbito da disciplina de Geografia no Ensino Básico, tendo como contexto a bacia hidrográfica do Ribeirão Ibirité, em Minas Gerais.

1.2.2. Objetivos Específicos

a) Discutir a prática da análise qualitativa dos recursos hídricos a partir da abordagem do conceito de bacia hidrográfica nos anos finais da Educação Básica;

b) Elaborar uma sequência didática para o ensino de recursos hídricos tendo como referência a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Ibirité.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Síntese histórica da educação ambiental

Segundo a Resolução Conama 306:2002 *Meio Ambiente é o conjunto de condições, leis, influência e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite abrigar e reger a vida em todas as suas formas* (Brasil, 2002).

Muito antes da formalização da definição de meio ambiente, a bióloga marinha Rachel Carson já alertava para os impactos da ação humana sobre a natureza, em sua obra publicada na década de 60 intitulada “*Silent Spring*” traduzida para o português “Primavera Silenciosa”, que lançou luz sobre a interferência do homem no meio ambiente, denunciando os efeitos prejudiciais da ação antrópica sobre os ecossistemas e sendo considerada um grande fator desencadeador dos movimentos ambientalistas modernos.

O debate em torno do meio ambiente em escala global ganhou destaque a partir do final da década de 1960, quando diferentes setores da sociedade passaram a se mobilizar em busca por soluções para os problemas ambientais. Nesse contexto, Reigota (2009) aponta que o marco inicial desse movimento foi a convocação do “Clube de Roma” em 1968, onde economistas, industriais, banqueiros, chefes de estado, figuras políticas e cientistas de diversas nações se reuniram para tratar da melhoria ambiental. Posteriormente, a “Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano” em Estocolmo, em 1972, marcou o início da avaliação da questão ambiental em escala global. Durante esta Assembleia, o relatório final apresentou uma resolução enfatizando a necessidade da implementação de iniciativas de educação ambiental.

Além disso, o autor destacou que a Unesco organizou a primeira Conferência Mundial sobre Educação Ambiental em Tbilisi (1977), depois de várias conferências regionais em vários continentes. A subsequente Conferência Mundial em Moscou, em 1987, reiterou os principais objetivos da educação ambiental, conforme estabelecido em Tbilisi.

Encontra-se na conferência de Tbilisi a seguinte definição sobre meio ambiente: “um processo permanente no qual os indivíduos e a comunidade tomam consciência de seu meio ambiente e adquirem o conhecimento, os valores, as habilidades, as

experiências e a determinação que os tornam aptos a agir – individual e coletivamente – e resolver problemas ambientais” (Unesco, 1977).

Nesta mesma Conferência, foram definidos as bases legais e os princípios para a Educação Ambiental. Dentre esses princípios, destacam-se três que atribuem à escola papel essencial na consolidação da Educação Ambiental, como fator essencial para a formação e consolidação da Educação Ambiental. Destacamos:

- Promover a participação dos alunos na organização de todas as suas experiências de aprendizagem, dando-lhes a oportunidade de tomar decisões e aceitar suas consequências (Unesco, 1997, p.35);
- Estabelecer para os alunos de todas as idades uma relação entre a sensibilização ao meio ambiente, a aquisição de conhecimentos, habilidades e atitudes, para resolver problemas e clarificação de valores, procurando principalmente, sensibilizar os mais jovens para os problemas ambientais existentes na sua própria comunidade (Unesco, 1977, p.104);
- Ajudar os alunos a descobrirem os sintomas e as causas reais dos problemas ambientais (Unesco, 1997, p.105).

Observando a evolução no pensamento global e os reiterados encontros mundiais para tratar o meio ambiente e seus aspectos educacionais, os resultados destas discussões, tem-se mostrado favorável e há um consenso de que a educação serve como o principal catalisador para a conscientização, mobilização e engajamento globais na abordagem dos desafios ambientais.

Esse movimento global na temática ambiental ganha notoriedade no Brasil e reflete-se na legislação ambiental em escala nacional, estadual e municipal. Para além, desenvolvem-se iniciativas de ações educativas no país.

2.2. Avanços Legais e Institucionais no Brasil

Em 1992, no Rio de Janeiro, foi realizada a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, que ficou conhecida como Rio-92 ou Eco 92. Essa conferência foi de grande expressividade, devido ao número de pessoas que dela participaram. Estavam presentes 179 países e, com tamanha repercussão, a EA começou a ficar conhecida por pessoas que já se interessavam pelos seus princípios, mas não os conheciam. Assim, ela já não era praticada apenas por pequenos grupos de militantes (Reigota, 2009).

A partir da iniciativa Eco 92, vários relatórios foram apresentados, com um documento particularmente notável, de autoria de especialistas na área, com foco na Educação Ambiental (EA). Denominado como “Agenda 21”, este documento apresenta uma infinidade de recomendações dirigidas a órgãos governamentais, enfatizando a importância de: reconhecer a insustentabilidade do modelo de desenvolvimento então vigente. Nomeia-se a Agenda 21 como um Plano de Ação para a sustentabilidade humana. Reconhece-se a Educação Ambiental como o processo estratégico de promoção desse novo modelo de desenvolvimento (Dias, 2013, p. 50)

Em dezembro de 1994, em função da Constituição Federal de 1988 e dos compromissos internacionais assumidos com a Conferência do Rio, foi criado o Programa Nacional de Educação Ambiental (Pronea), que organizou seus objetivos em três componentes: a capacitação de gestores e educadores, o desenvolvimento de ações educativas, o desenvolvimento de instrumentos e metodologias (BRASIL, 2005).

A Lei nº 9.276/96 que estabelece o Plano Plurianual do Governo 1996/1999, define como principais objetivos da área de Meio Ambiente a “promoção da Educação Ambiental, através da divulgação e uso de conhecimentos sobre tecnologias de gestão sustentável dos recursos naturais”, procurando garantir a implementação do PRONEA.

Ainda em 1996 a Coordenação de Educação Ambiental promove 3 cursos de Capacitação de Multiplicadores em Educação Ambiental - apoio do Acordo BRASIL/UNESCO, a fim de preparar técnicos das Secretarias Estaduais de Educação, Delegacias Regionais de Educação do MEC e algumas Universidades Federais, para atuarem no processo de inserção da Educação Ambiental no currículo escolar. Neste íterim, estabelece-se também a aprovação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB - Lei nº 9.394/96), que incluiu a educação ambiental como tema transversal no currículo escolar, reforçando a sua importância na formação dos estudantes.

Em dezembro de 2017, A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) foi aprovada e incluiu a sustentabilidade e a educação ambiental como componentes essenciais, destacando a necessidade de formar cidadãos conscientes e comprometidos com a preservação do meio ambiente.

Em 2021, ocorre o lançamento do Plano Nacional de Gestão da Educação Ambiental do Ibama (Pangea) 2021-2030, que estabelece metas e estratégias para fortalecer a educação ambiental no Brasil, promovendo a integração entre políticas públicas, setor privado e sociedade civil.

Contudo, é importante enfatizar que a evolução e os avanços nas questões ambientais, fundamentados no processo educativo para a cidadania, são resultados do desenvolvimento humano. Este, busca soluções e maneiras de lidar com a desigualdade na corrida tecnológica, onde o capitalismo tem provocado consumo desenfreado, discriminação e exclusão em várias formas.

No contexto global, a sustentabilidade ganha espaço para discussão com as agendas de 2015 e de 2030, respectivamente. Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecem metas globais a partir da premissa “Pensar Globalmente e Agir Localmente”.

2.3. Educação Ambiental e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Ampliando a busca por soluções, os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) foram estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2000, com a meta de serem alcançados até 2015, visando combater a pobreza e promover o desenvolvimento humano global. Esses objetivos consistiam em oito metas principais: erradicação da extrema pobreza e fome; educação primária universal; promoção da igualdade de gênero e empoderamento das mulheres; redução da mortalidade infantil; melhoria da saúde materna; combate ao HIV/AIDS, malária e outras doenças; garantia da sustentabilidade ambiental; e estabelecimento de uma parceria global para o desenvolvimento.

A implementação dos ODM trouxe avanços significativos, como a redução pela metade da pobreza extrema e melhorias substanciais na educação e saúde infantil. No entanto, a execução desses objetivos também encontrou desafios consideráveis, especialmente em países menos desenvolvidos, onde a falta de infraestrutura, recursos financeiros e governança eficaz limitou o alcance pleno das metas. Além disso, as desigualdades persistentes entre diferentes regiões e grupos sociais evidenciaram a necessidade de uma abordagem mais inclusiva e adaptada às especificidades locais (ONU, 2015)

Em 2015, com o término do prazo dos Objetivos do Milênio - ODM, a ONU lançou a Agenda 2030 (ONU, 2015) com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que ampliam e aprofundam os esforços dos ODM, visando não só manter os progressos alcançados, mas também abordar de forma mais abrangente as causas estruturais das desigualdades e promover um desenvolvimento verdadeiramente sustentável. Neste contexto, destaca-se o ODS 06 que está intimamente associado aos recursos hídricos.

O ODS de número 06 (Água Potável e Saneamento) é focado em garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos até 2030. Suas principais metas são alcançar o acesso universal e equitativo à água potável, segura e acessível para todos até 2030. Saneamento e Higiene Adequados, também até 2030, busca-se garantir o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, com especial atenção para as necessidades das mulheres, meninas e pessoas em situação de vulnerabilidade.

Em relação a qualidade da Água, busca-se melhorar a qualidade, reduzindo a poluição, eliminando despejos e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos. Além disso, aumentar substancialmente a reciclagem e reutilização segura da água. Gestão Sustentável da Água: Implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive por meio da cooperação transfronteiriça, conforme apropriado (ONU, 2015).

Além das ações governamentais, diversas ONGs, instituições acadêmicas e movimentos sociais desempenham um papel fundamental na promoção da educação ambiental. Destacamos ainda que o histórico da educação ambiental no Brasil revela uma trajetória de avanços significativos, impulsionados por políticas públicas, legislações e iniciativas da sociedade civil. A continuidade e expansão desses esforços são essenciais para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos e promover um desenvolvimento sustentável.

Projetos como os Programas de Coleta Seletiva, Escolas Sustentáveis e iniciativas de reflorestamento e conservação da biodiversidade são exemplos de como a educação ambiental está sendo integrada em diversas esferas da sociedade.

Em Minas Gerais, o caminho tem sido bastante similar a realidade nacional, com ações integradas a SEMAD e SEE-MG.

2.4. Iniciativas Locais: Minas Gerais e Ibirité

No contexto estadual, as ações ambientais no Estado de Minas Gerais estão a cargo da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Ambiental - SEMAD, cujo objetivos são de fomentar ações, formular, desenvolver, implementar, gerar dados e informações, e acompanhar ações para o desenvolvimento da educação ambiental, através de suas várias ações. Em destaque para: O Programa Jovens Mineiros Sustentáveis, Programa Ambientação, Programa de Educação Ambiental do Licenciamento Ambiental e Informações Geoespaciais da Educação Ambiental no Estado.

O Programa Jovens Mineiros Sustentáveis é realizado anualmente em parceria com as Secretarias Municipais de Educação e Meio Ambiente de municípios de Minas Gerais, com participação voluntária dos municípios. Em 2024, as escolas abordaram temas como Educação Ambiental, Água, bem-estar animal, Energia, Consumo consciente e a Floresta e o clima, com foco na realidade local e integração com atividades de Educação Ambiental do SISEMA. Dentro deste mesmo programa, destaca-se a atividade “Bosque do Amanhã” que contribui para a restauração florestal e a redução dos impactos das mudanças climáticas nos municípios (Minas Gerais, 2024).

O Programa Ambientação se encontra sob a responsabilidade e execução da Diretoria de Educação Ambiental — DEAM. O Programa tem como pilares: a Gestão de Resíduos e a Educação Ambiental focada no Consumo Consciente. Programa de Educação Ambiental do Licenciamento Ambiental é baseado em teorias e metodologias educativas, visando proporcionar entendimento das questões locais socioambientais e como lidar com elas. Ele envolve as populações afetadas e trabalhadores, ajudando a compreender a realidade, problemas ambientais e formas de controle.

As Informações Geoespaciais da Educação Ambiental no Estado, é uma Plataforma que ao acessá-la, será permitido e disponibilizado aos visitantes a visualização geoespacial dos dados e informações das ações de Educação Ambiental da SEMAD.

No município de Ibirité há várias ações voltadas para a Educação ambiental, com destaque para três iniciativas. O Programa adote uma árvore é uma iniciativa voltada para a comunidade escolar e população em geral. Seus objetos são a

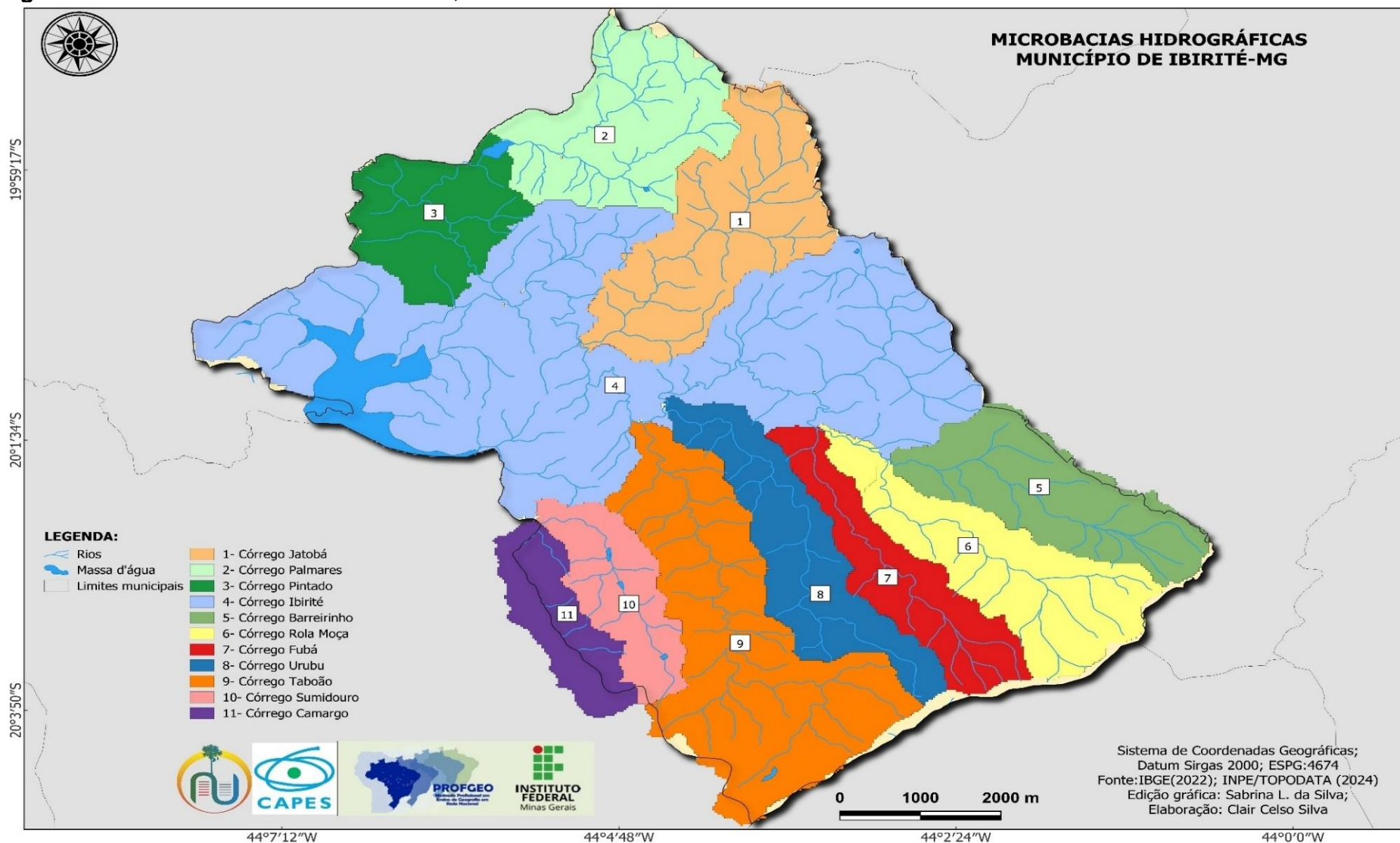
sensibilização ambiental e o plantio de árvores em toda a cidade, promovendo o saber cuidar e o bem-estar coletivo.

Ibirité Recicla, programa de apoio à coleta seletiva, voltado para o recolhimento de materiais recicláveis de forma adequada, sensibilizando as pessoas sobre o descarte correto para cada tipo de material, para o qual existem vários pontos de coleta em toda a cidade.

Pró-Nascentes Ibirité esse projeto tão importante realiza um trabalho de mapeamento, diagnóstico, monitoramento, recuperação e preservação das nascentes, além de mobilizar e conscientizar os cidadãos sobre a importância dessas para o município. Em 2023, existiam 117 nascentes (Figura 1) registradas e a maioria em áreas urbanas. Já em 2025, com a continuidade do trabalho, somam-se 223 (Ibirité, 2025).

Diante do exposto, observa-se que a Educação Ambiental tem evoluído de forma significativa ao longo das décadas, desde os primeiros alertas de cientistas até a consolidação de políticas públicas e programas locais. A integração entre ações globais, nacionais e municipais demonstra que o processo educativo é essencial para a construção de uma sociedade mais consciente, participativa e sustentável, capaz de enfrentar os desafios ambientais contemporâneos com responsabilidade e engajamento coletivo.

Figura 1 - Nascentes Cadastradas - Ibirité, 2025.



Fonte: Elaborado por Sabrina Silva, Clair Silva, 2025.

2.5. Recursos hídricos: perspectivas históricas, legais e ambientais

Os recursos hídricos constituem elementos essenciais para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental das nações. A gestão eficiente da água, nesse contexto, revela-se imperativa para a promoção da sustentabilidade e a mitigação dos impactos negativos das atividades humanas sobre o ciclo hidrológico. Segundo Tundisi (2018), os principais desafios contemporâneos para a conservação e o gerenciamento hídrico envolvem a poluição, o desperdício e os efeitos das mudanças climáticas — fatores que comprometem tanto a disponibilidade quanto a qualidade da água.

Historicamente, a água desempenha papel central nas dinâmicas culturais, religiosas e econômicas das sociedades. Desde as primeiras civilizações estabelecidas às margens de rios, passando por rituais religiosos, como o batismo, até seu emprego na produção agrícola e no avanço tecnológico-industrial, a água adquire valor inestimável. Contudo, o crescimento econômico acelerado e a crescente complexidade das estruturas sociais humanas têm gerado significativas alterações no ciclo hidrológico e na qualidade dos recursos hídricos disponíveis (TUNDISI, 2003; 2006).

No Brasil, os primeiros marcos legais voltados à proteção da água remontam ao final do século XIX. O artigo 162 do Código Penal de 1890 já estabelecia que corromper água potável, tornando-a prejudicial à saúde, configurava crime, o que evidencia uma preocupação precoce com a saúde pública e a qualidade hídrica (ALMEIDA, 2002). Já o Código Civil de 1916 mencionava a água apenas no âmbito do direito de vizinhança, restringindo-se à esfera do domínio privado e à proteção dos direitos dos demais proprietários (ALMEIDA, 2002).

Um avanço significativo ocorreu com a promulgação do Código de Águas, pelo Decreto Federal nº 24.643, de 10 de julho de 1934. A norma classificou os corpos d'água, regulamentou seu uso e definiu critérios sobre titularidade, com destaque à priorização da geração de energia hidrelétrica por meio de águas superficiais (BRASIL, 1934).

A Constituição Federal de 1988 promoveu uma reestruturação normativa importante ao estabelecer os corpos d'água como bens públicos de uso comum do povo, submetidos à gestão descentralizada e participativa entre os entes federativos (BRASIL, 1988). Essa mudança foi consolidada pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, conhecida como Lei das Águas, que instituiu a Política Nacional de Recursos

Hídricos (PNRH) e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), com base nos princípios da descentralização, participação social e gestão integrada (TUCCI, 2009).

Em complemento, a Lei nº 9.984/2000 criou a Agência Nacional de Águas (ANA), responsável por implementar a política hídrica em âmbito federal.

No plano internacional, o reconhecimento da água como direito humano foi consolidado pela Resolução nº 64/292 da Assembleia Geral das Nações Unidas, em 2010, que reconheceu “o direito à água potável segura e ao saneamento como essencial para o pleno gozo da vida e de todos os direitos humanos” (ONU, 2010). No entanto, a efetivação desse direito no Brasil ainda é desigual. Heller e Rezende (2009, p. 1015) apontam que “a universalização do acesso à água potável ainda esbarra em desigualdades históricas, que se expressam especialmente nas periferias urbanas e comunidades rurais”.

Além da dimensão normativa, a conservação dos ecossistemas aquáticos é essencial para a sustentabilidade dos recursos hídricos. Monteiro e Esteves (2011) destacam que a proteção de nascentes, rios e reservatórios é fundamental para a manutenção dos serviços ecossistêmicos, como abastecimento, regulação climática e preservação da biodiversidade.

A eficiência no uso da água também se impõe como prioridade. Barbosa e Silva (2020) indicam que a reutilização de águas residuais, a modernização dos sistemas de distribuição e a educação para o consumo responsável são estratégias cruciais para enfrentar a crescente escassez hídrica.

Diante desse panorama, evidencia-se que a gestão dos recursos hídricos requer uma abordagem integrada, interinstitucional e interdisciplinar, que articule políticas públicas eficazes, inovação tecnológica e engajamento social. Somente por meio dessa sinergia será possível assegurar a sustentabilidade hídrica e garantir o direito universal à água para as presentes e futuras gerações.

2.6 Qualidade da água

As propriedades relacionadas à qualidade da água abrangem seus atributos físicos, químicos e biológicos. A análise periódica desses parâmetros em corpos d'água é essencial para monitorar as condições ambientais das bacias hidrográficas, servindo como base para decisões que visem à conservação e o uso sustentável dos recursos hídricos (Antunes et al., 2012).

A qualidade da água é afetada por fatores tanto naturais quanto antrópicos, refletindo diretamente na saúde pública e no meio ambiente. Segundo Magalhães Júnior *et al.* (2022), os corpos d'água possuem características físicas e químicas específicas, que refletem a cobertura do solo e as atividades humanas nas áreas de contribuição a montante.

Mesmo em bacias hidrográficas com condições ambientais bem preservadas, a qualidade da água pode variar significativamente, tanto espacial quanto temporalmente, em virtude das diversas interações entre a litosfera, a biosfera e a atmosfera, resultando de diferentes backgrounds fisiográficos e biológicos dos ecossistemas (Magalhães Júnior *et al.*, 2022).

Para Ribeiro (2010), a noção de qualidade muitas vezes se limita às características organolépticas, como sabor, odor e cor. No entanto, esses aspectos estão relacionados apenas à percepção humana e não refletem os problemas reais que afetam a qualidade das águas.

Nesse contexto, o monitoramento e a avaliação da qualidade da água são de suma importância para uma gestão sustentável dos recursos hídricos. Esses processos permitem identificar alterações ao longo do tempo e apoiar a elaboração de diagnósticos que subsidiem a fiscalização, o licenciamento ambiental e a formulação de políticas ambientais, que são essenciais para a implementação de ferramentas de gestão hídrica (Pessoa; Orrico; Lordêlo, 2018; Bortoletto *et al.*, 2015).

De acordo com Esteves e Rocha (2015), um programa de monitoramento ambiental pode ser definido como a tentativa de identificar mudanças nas variáveis bióticas e abióticas, a fim de gerar propostas de manejo que garantam o uso sustentável dos recursos disponíveis. Para esses autores, o monitoramento limnológico se refere especificamente à qualidade da água com o objetivo de promover o gerenciamento eficaz dos ecossistemas aquáticos.

Conforme a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 357/2005 (Brasil, 2005), o monitoramento da qualidade da água possibilita o acompanhamento das condições de uso e os padrões de lançamento de efluentes, que devem respeitar os limites do corpo receptor, incluindo sua capacidade de assimilação e diluição.

Neste sentido, é importante destacar os usos múltiplos (IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas) apresentado como um dos fundamentos da gestão dos recursos hídricos na Lei das Águas (9433/97). Na referida lei é prevista a outorga como uma das ferramentas e a resolução 357/2005, por meio do monitoramento, enquadramento e classificação, abre possibilidade para garantir essa premissa legal.

Outro aspecto relevante refere-se às restrições de consumo e às condições de potabilidade da água, especialmente em contextos onde a qualidade da água pode representar riscos à saúde pública. A potabilidade diz respeito ao conjunto de características físicas, químicas, biológicas e radiológicas que a água deve apresentar para ser considerada própria ao consumo humano. No Brasil, esses parâmetros são definidos pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, do Ministério da Saúde, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano, além de dispor sobre o padrão de potabilidade. Essa portaria substituiu a anterior (Portaria MS nº 2914/2011) e passou a ser o principal instrumento normativo para garantir o fornecimento de água segura à população.

Dessa forma, qualquer análise sobre o acesso e uso da água, seja no meio urbano ou rural, deve considerar não apenas a disponibilidade hídrica, mas também a conformidade com os critérios de potabilidade estabelecidos em legislação específica. O não atendimento a esses critérios pode implicar restrições de uso e, consequentemente, comprometer a efetivação do direito humano à água segura.

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) utiliza o Índice de Qualidade das Águas (IQA) como principal indicador para avaliar a adequação da água para abastecimento público, após tratamento convencional. Este índice leva em consideração nove parâmetros, incluindo oxigênio dissolvido (OD), coliformes termotolerantes e turbidez. Valores abaixo do IQA indicam má qualidade para abastecimento, embora a água ainda possa ser utilizada para fins menos exigentes, como navegação ou geração de energia (Brasil, 2024).

2.6.1. Parâmetros indicadores da qualidade da água

Os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água permitem conhecer sua qualidade e sua adequação para os diversos usos, especialmente para o consumo humano. Esses parâmetros são essenciais para avaliar a potabilidade, uma vez que refletem tanto as características naturais do recurso hídrico quanto os impactos antrópicos sobre ele.

Dentre os parâmetros físicos, destacam-se a turbidez, que está relacionada à presença de partículas em suspensão e pode indicar contaminação por sedimentos ou matéria orgânica; e a cor aparente, que pode resultar da presença de substâncias orgânicas dissolvidas, como ácidos húmicos e fúlvicos, frequentemente oriundos de solos e vegetação. A temperatura e o odor também são considerados parâmetros físicos importantes, pois influenciam a aceitabilidade da água pelo consumidor e podem indicar degradação da qualidade.

Em relação aos parâmetros químicos, merecem destaque o pH, que indica o grau de acidez ou alcalinidade da água; a presença de nitratos, nitritos e amônia, frequentemente associados à contaminação por esgoto doméstico ou atividade agropecuária; além de metais pesados como chumbo, mercúrio e arsênio, cuja presença em níveis elevados representa sérios riscos à saúde humana.

No que se refere aos parâmetros biológicos, a principal preocupação é a detecção de micro-organismos patogênicos, especialmente coliformes totais e *Escherichia coli*, utilizados como indicadores de contaminação fecal. A presença desses organismos em amostras de água é um forte indicativo de que há risco de veiculação de doenças de origem hídrica, como diarreia, hepatite A e febre tifoide.

A avaliação integrada desses parâmetros, conforme estabelecido na Portaria GM/MS nº 888/2021, permite não apenas a verificação da conformidade da água com os padrões de potabilidade, mas também a identificação de fontes potenciais de poluição e a necessidade de intervenções no sistema de abastecimento.

2.6.2. Os Parâmetros Físicos

A **turbidez** da água serve como um parâmetro significativo que demonstra a existência de partículas em suspensão, incluindo argila, silte, matéria orgânica, microrganismos e vários outros sólidos finos, que conseqüentemente diminuem a clareza da água Brasil (2006).

Segundo Von Sperling (2005) a turbidez é um dos principais indicadores da qualidade da água, sendo utilizada para avaliar a eficiência de processos de tratamento, como a coagulação, floculação e filtração.

De acordo com Hermes et al., (2004), a turbidez é um dos parâmetros mais típicos das características físicas da água, onde as alterações são observadas com clareza. Um dos principais problemas relacionados à turbidez é de origem estética, pois as substâncias que a causam são provenientes de substâncias nocivas. Se a concentração da matéria em suspensão é abundante, a água pode ter sabor estranho e deixar sensação desagradável ao ser tomada, além disso, os sólidos em suspensão podem servir de proteção para micro-organismos patogênicos. O que reduz a eficiência da desinfecção, sendo essa característica depois do odor e sabor a maior fonte de reclamação por parte das pessoas, no que diz respeito à qualidade (Gomes Filho *et al.*, 2013).

A **cor** da água é produzida pela reflexão da luz em partículas minúsculas de dimensões inferiores a 1 μm – denominadas coloides – finamente dispersas, de origem orgânica (ácidos húmicos e fúlvicos) ou mineral (resíduos industriais, compostos de ferro e manganês) (Brasil. 2006).

Os compostos orgânicos naturais nas águas são oriundos da degradação de plantas e animais, e são denominados, substâncias húmicas. Antigamente, a medida de cor era feita apenas por razões estéticas, porém, com a descoberta de que tais substâncias são precursoras da formação de trihalometanos e organo-halogenados em geral, quando a desinfecção é realizada com cloro livre, a quantificação da cor passou a ser muito importante (Bernardo *et al.*, 2002).

Segundo Tominaga e Midio (1999), a exposição humana a esses compostos pode ocorrer por diferentes vias, como ingestão oral, inalação de vapores durante o banho ou outras atividades domésticas, e absorção dérmica. A literatura científica aponta que, a depender do tempo e do nível de exposição, os THMs podem estar associados a efeitos adversos à saúde, incluindo hepatotoxicidade, nefrotoxicidade, efeitos sobre o sistema nervoso central, além de possível ação carcinogênica, sobretudo em relação a cânceres de fígado, rins e bexiga.

Embora os níveis de THMs encontrados na água potável geralmente estejam abaixo dos limites estabelecidos pela legislação brasileira – conforme determinado na Portaria GM/MS nº 888/2021, que fixa o valor máximo permitido de 0,1 mg/L para a

soma dos THMs –, os riscos associados à exposição crônica e cumulativa não podem ser negligenciados, especialmente em populações vulneráveis.

Portanto, torna-se imprescindível o monitoramento sistemático desses compostos em estações de tratamento de água e a adoção de estratégias de controle, como a otimização da dosagem de cloro, a remoção prévia de matéria orgânica e o uso de tecnologias alternativas de desinfecção.

Em relação à **temperatura** da água, Bernardo *et al.* (2002) ressaltam a importância de se conhecer suas variações, uma vez que esse parâmetro interfere diretamente em diversos aspectos da qualidade da água. A temperatura influencia, por exemplo, na solubilidade dos gases, afetando a oxigenação do meio aquático, além de alterar a percepção sensorial, como o sabor e o odor da água. Ademais, desempenha papel determinante na velocidade das reações físicas, químicas e biológicas que ocorrem no ambiente aquático. Conforme explica Sperling (2005), elevações na temperatura tendem a acelerar essas reações, o que pode impactar negativamente os processos naturais de autodepuração, favorecer a proliferação de microrganismos e comprometer a eficiência de etapas do tratamento da água.

O **Odor** é uma característica de difícil avaliação pelo fato de a sensação ser subjetiva. Normalmente decorrem de matéria excretada por algumas espécies de algas e de substâncias dissolvidas, como gases, fenóis, clorofenóis e, em alguns casos, do lançamento de despejos nos cursos de água (Bernardo *et al.*, 2002).

Para Von Sperling (2005) o sabor e o odor da água são parâmetros físicos que refletem a presença de substâncias dissolvidas ou em suspensão, além de gases dissolvidos. O sabor resulta da interação entre os gostos básicos (salgado, doce, azedo e amargo) e o odor, que é uma sensação olfativa.

Embora esses fatores normalmente não apresentem riscos imediatos à saúde, a presença de sabores e odores desagradáveis constitui uma fonte significativa de queixa dos consumidores. Sendo assim é importante verificar e correlacionar as fontes desses sabores e odores, afim de garantir a integridade da água designada para o consumo humano (Von Sperling, 2005).

2.6.3. Os Parâmetros Químicos

Nesta seção, serão abordados os principais parâmetros químicos que influenciam diretamente a qualidade da água, sendo eles: o potencial hidrogeniônico

(pH), o oxigênio dissolvido (OD), a dureza, as formas de nitrogênio (incluindo amônia, nitrito e nitrato), bem como o fósforo. Cada um desses elementos será discutido quanto à sua origem, comportamento no ambiente aquático e implicações ecológicas.

O **Potencial hidrogeniônico (pH)** é uma grandeza que varia de 0 a 14 e indica a intensidade da acidez ($\text{pH} < 7,0$), neutralidade ($\text{pH} = 7,0$) ou alcalinidade ($\text{pH} > 7,0$) de uma solução aquosa. É uma das ferramentas mais importantes e frequentes utilizadas na análise da água (Parron, 2011). Essa relevância se deve, sobretudo, ao fato de o pH influenciar diretamente o comportamento químico e biológico da água, afetando a solubilidade de compostos, a toxicidade de certos elementos, como metais pesados, e a eficiência dos processos de desinfecção, como a cloração. Como afirmam Bernardes et al. (2005, p. 64), "o pH está associado à estabilidade da água e à sua interação com outros parâmetros físico-químicos", o que evidencia sua importância como indicador da qualidade e potabilidade.

O pH é utilizado para expressar a acidez de uma solução. Trata-se de um parâmetro importante principalmente nas etapas de coagulação (Bernardo *et al.*, 2002). As alterações de pH podem ter origem natural (dissolução de rochas, fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais (BRASIL, 2006).

O **Oxigênio Dissolvido – OD** é um dos parâmetros mais significativos para expressar a qualidade de um ambiente aquático. Conforme já comentado anteriormente, a dissolução de gases na água sofre a influência de distintos fatores ambientais (temperatura, pressão, salinidade) (Brasil, 2006).

O oxigênio dissolvido (OD) é de essencial importância para os organismos aeróbios (que vivem na presença de oxigênio). Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução da sua concentração no meio. Dependendo da magnitude desse fenômeno, podem vir a morrer diversos seres aquáticos, inclusive os peixes.

Caso o oxigênio seja totalmente consumido, tem-se as condições anaeróbias (ausência de oxigênio), com possível geração de maus odores. O oxigênio dissolvido é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos (Von Sperling, 2005).

A **dureza** é a concentração de cátions multimetálicos (Ca^{2+} e Mg^{2+}) na solução. A dureza classifica a água como sendo água mole quando a concentração de CaCO_3 é menor que 50 mg/l; dureza moderada quando se encaixa entre 50 e 150

mg/L de CaCO_3 ; água dura para concentração entre 150 e 300 mg/L de CaCO_3 e água muito dura para valores acima de 300 mg/L (Von Sperling, 2005).

Tais parâmetros podem ser classificados como dureza carbonatada e não carbonatada, dependendo do ânion com o qual está associada. De acordo com a dureza as águas podem ser classificadas em: água mole, dureza até 50mg. L-1 ; água moderadamente dura, dureza entre 50 e 150mg. L-1; água dura, dureza entre 150 e 300mg. L-1; água bastante dura, dureza acima de 300mg. L-1 (Gomes Filho et al., 2013; Libânio, 2005; Von Sperling, 2005).

Há alguns estudos que relacionam a dureza na água com a incidência de doenças cardiovasculares e com o aumento do teor de colesterol. Na maioria dos casos, a dureza é decorrente do cálcio associado ao bicarbonato, o qual se transforma em carbonato (pouco solúvel) por aquecimento ou elevação do pH, tendo-se neste caso a denominada dureza temporária. A dureza devida a cátions associados a outros ânions é denominada dureza permanente (Bernardo et al., 2002).

O **Nitrogênio** dentro do ciclo do nitrogênio na biosfera, este alterna se entre várias formas e estados de oxidação. No meio aquático, o nitrogênio pode ser encontrado nas seguintes formas: (a) nitrogênio molecular (N_2), escapando para a atmosfera, (b) nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão), (c) amônia, (d) nitrito (NO_2) e (e) nitrato (NO_3) (Von Sperling, 2005).

Segundo Esteves (2011), o nitrogênio é um dos parâmetros mais importantes no metabolismo dos ecossistemas aquáticos, uma vez que participa na formação de proteínas, um dos constituintes básicos da biomassa. O nitrogênio, nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste a nitrato, implica no consumo de oxigênio dissolvido do meio (o que pode afetar a vida aquática) Sperling (2014). Macêdo (2007) relata que a amônia, nitrito e nitrato podem ser indicativos de poluição.

Para Von Sperling (2005), o principal problema relacionado com elevadas concentrações de nitrogênio é a eutrofização, destacando que esse elemento é fundamental para o crescimento de algas, porém em elevadas concentrações em lagos e represas é responsável pelo crescimento exagerado desses organismos provocando interferências aos usos a que se destinam os corpos d'água.

O **fósforo** é um elemento essencial a plantas e animais. Este nutriente é largamente utilizado em áreas de cultivo, mas, quando aplicado ao solo em demasia têm potencial poluidor especialmente em águas superficiais, porém a legislação brasileira não o reconhece com este potencial. Quando contaminante causa

eutrofização das águas e mortandade de peixes, segundo Klein e Agne (2012). Para Von Sperling (2005) o fósforo é um nutriente essencial para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica

O fósforo encontra-se nas águas sob três formas diferentes. Os fosfatos orgânicos são a forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas, como a de um detergente, por exemplo. Os ortofosfatos são representados pelos radicais, que se combinam com cátions formando sais inorgânicos nas águas e os polifosfatos, ou fosfatos condensados, polímeros de ortofosfatos. Esta terceira forma não é muito importante nos estudos de controle de qualidade das águas, porque sofre hidrólise, convertendo-se rapidamente em ortofosfatos nas águas naturais (CETESB, 2016).

O **nitrato** é uma substância química derivada do nitrogênio e pode ser encontrado tanto na água quanto no solo, de forma natural e em pequena quantidade. Esses valores têm aumentado principalmente pelo uso de fertilizantes na agricultura e aportes de esgotos domésticos. O nitrato pode causar enfermidades pelo uso de água contaminada e danos ambientais (Campos; Rohlf, 2010).

Os nitratos são solúveis em água. Nos corpos hídricos são encontrados normalmente em concentrações moderadas, como o responsável natural pelo processo de nitrificação. As principais fontes decorrentes de nitratos são os adubos associados ao solo com objetivos agrícolas e efluentes de estação de tratamento de esgoto (IAP, 2014).

Concentração com nitrato indicam uma poluição mais antiga, onde a matéria orgânica já foi mineralizada, isto é, o nitrogênio orgânico presente foi mineralizado a NH_3 e, este oxidado a NO_3^- . Concentrações de nitrato acima de 50 mg/L em águas causam a cianose ou metemoglobinemia (bebe azul) nas pessoas que a consomem (Lenzi et al., 2014).

No Brasil, a concentração máxima de nitrato permitida em águas superficiais é de 10 mg/L de nitrogênio (N). Este limite se aplica as águas doces, salobras e salinas no território nacional e define padrões de qualidade para cada classe.

Os **nitratos e nitritos** são compostos que podem ter origem natural (ciclo biogeoquímico do Nitrogênio) e antropogênica, neste último caso, a partir do uso de compostos à base de nitrogênio, especialmente fertilizantes como nitrato de potássio, nitrato de amônia e outros (Santos, 2014).

O nitrito aparece em uma fase intermediária natural na oxidação da amônia. Ou seja, o nitrito formado é imediatamente oxidado para a forma de nitrato (IAP, 2014).

Quando liberado no ambiente, o nitrito pode ser convertido a nitrato em águas subterrâneas ou superficiais (ATSDR, 2011).

Devido aos riscos potenciais, diversas agências reguladoras estabelecem limites para a presença de nitrito em alimentos e água potável. A saber, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda um limite máximo de 3 mg/L de nitrito na água potável (WHO, 2011).

No Brasil a Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece os limites para o nitrito (NO_2^-). De acordo com essa resolução, o nitrito é considerado um parâmetro de qualidade devido ao seu potencial tóxico e ao fato de indicar contaminação por matéria orgânica em decomposição. Os limites estabelecidos para o nitrito variam conforme a classe da água, onde o limite máximo é de 1,0 mg/L para as classes de água 1,2 e 3, incluído as salinas e as salobras. Para as águas de classe 4 não há limite específico (Brasil, 2005).

A **amônia** está presente naturalmente nos corpos d'água como produto da degradação de compostos orgânicos e inorgânicos do solo e da água, resultado da excreção da biota, redução do nitrogênio gasoso da água por microrganismos ou por trocas gasosas com a atmosfera. A amônia é, também, constituinte comum no esgoto sanitário, resultado direto de descargas de efluentes domésticos e industriais, da hidrólise da ureia e da degradação biológica de aminoácidos e outros compostos orgânicos nitrogenados (Reis; Mendonça, 2009).

Em soluções aquosas, a amônia pode se apresentar sob as formas ionizada (NH_4^+) ou não ionizada (NH_3). O equilíbrio entre essas formas depende das características físicas e químicas da água, como pH e temperatura. Elevações do pH ou da temperatura desloca o equilíbrio químico no sentido da amônia não ionizada, que é reconhecidamente a espécie mais tóxica de amônia (Reis; Mendonça, 2009).

Segundo Caballero (2025), a amônia está presente naturalmente nos organismos vivos, mas seu uso excessivo pode trazer riscos ambientais e à saúde. Altas concentrações de amônia em ambientes aquáticos podem provocar a morte de peixes e outros organismos aquáticos, além de contribuir para processos de eutrofização, que resultam no crescimento excessivo de algas e na redução da qualidade da água

2.6.4. Os Parâmetros Biológicos

A seguir, serão abordados aspectos microbiológicos relevantes à avaliação da qualidade da água, com ênfase nos indicadores de contaminação fecal. Serão detalhados os coliformes totais e a espécie *Escherichia coli*, considerando suas características microbiológicas, métodos de detecção, importância sanitária e implicações no monitoramento ambiental.

Os **coliformes** totais são um grupo de bactérias amplamente utilizado como indicador da qualidade da água e de alimentos, sendo encontrados no ambiente e no trato intestinal de animais de sangue quente. Essas bactérias incluem gêneros como *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. A presença de coliformes totais na água ou em alimentos pode indicar contaminação ambiental ou condições sanitárias inadequadas, mas não necessariamente a presença de patógenos perigosos.

Para Silva *et al.*, (2021) Os coliformes totais não são úteis como indicadores de contaminação fecal, mas a sua presença na água pode ser utilizada para revelar a eficácia do tratamento, bem como revelar a limpeza e a integridade dos sistemas de distribuição.

Estudos como os de Dias *et al.* (2024) analisaram a presença de coliformes totais na água fornecida em bebedouros universitários e identificaram que 70% das amostras estavam contaminadas, tornando-as impróprias para consumo humano. Da mesma forma, Bonfim *et al.* (2024) observaram que a presença desses microrganismos em nascentes está associada à proximidade com áreas urbanas e precipitações, que aumentam a carga microbiológica da água.

O estudo de Santos *et al.* (2024) destacou que a contaminação de rios por coliformes totais pode comprometer sua utilização para abastecimento e lazer. Além disso, Barreto *et al.* (2023) mostraram que alimentos como coentro vendido em supermercados podem conter coliformes totais caso não sejam adequadamente higienizados, reforçando a importância de boas práticas sanitárias. Estudos como esses demonstram a necessidade e a importância do monitoramento de coliformes totais em diferentes contextos visando garantir a segurança hídrica e alimentar.

A detecção de bactérias do grupo coliformes totais, no qual se inclui a ***Escherichia coli***, não indica necessariamente contaminação da água bruta (in natura) com matéria fecal; no entanto, guarda grande importância como indicadores da qualidade da água tratada Brasil, (2016).

Para Silva *et al.* (2019), em 1986, a Environmental Protection Agency (EPA) dos Estados Unidos recomendou o uso de *E. coli* como organismo indicador de contaminação para a água doce. A presença de *E. coli* em água indica contaminação por material fecal de animais endotérmicos, além de um alto potencial de presença de organismos patogênicos. *E. coli* também é de grande importância clínica, por se tratar de um dos principais agentes causais de diarreia em crianças nos países em desenvolvimento.

A *Escherichia coli*, cuja detecção laboratorial é simples e sua presença na amostra é garantia de contaminação fecal. A descarga de resíduos de esgotos é um dos mais importantes fatores que influenciam a qualidade da água, pois contém fezes humanas e microrganismos potencialmente patógenos e perigosos para a saúde humana quando ingeridos ou usados na preparação de alimentos (Osbuild *et al.*, 2009 e Von Sperling, 2005).

2.7 Resolução CONAMA 357

O processo de gerenciamento dos corpos d'água no Brasil é regido por diversas legislações, sendo as principais compostas pelos seguintes dispositivos legais: a resolução CONAMA nº 20/1986 alterada pela resolução CONAMA nº 274/2000 que trata dos padrões de qualidade da água para balneabilidade - e a resolução CONAMA nº 357/2005, que estabelece os critérios para classificação e enquadramento das águas em todo o território nacional (Sobral *et al.*, 2008).

A Resolução CONAMA nº 357 em seu capítulo ii da classificação dos corpos de água, seção i, classificação dos corpos de água de acordo com a salinidade. A classe de água doce água doce (com salinidade igual ou inferior a 0,5 é dividida em cinco categorias: Classe especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4.

Entender a classificação do corpo d'água mostra-se importante uma vez que a qualidade da água é uma ferramenta fundamental para o gerenciamento e a conservação dos recursos hídricos. A classificação da qualidade da água é essencial para gerenciar o uso dos recursos hídricos e proteger os ecossistemas. No Brasil, as classes especiais são designadas para corpos d'água que necessitam de proteção rigorosa devido a características ambientais únicas ou para a preservação de espécies sensíveis. Esses corpos d'água são destinados à preservação de

ecossistemas aquáticos e são mantidos sob condições ambientais estritamente controladas.

A Classe 1 é atribuída a corpos d'água com excelente qualidade, destinados ao abastecimento humano com tratamento simples, recreação de contato direto, e proteção da vida aquática. Esta classe é limitada a corpos hídricos com baixa interferência humana, exigindo cuidados contínuos para evitar contaminação.

A Classe 2 é a mais comum, permitindo usos como abastecimento humano com tratamento convencional, recreação de contato secundário, e irrigação. Embora seja flexível, requer monitoramento para garantir que a qualidade não seja comprometida por atividades antrópicas.

A Classe 3 é destinada a corpos d'água para abastecimento humano com tratamento convencional, irrigação de culturas menos exigentes e dessedentação de animais. Essa classe é indicativa de níveis moderados de poluição, requerendo medidas para manter ou melhorar a qualidade. A Classe 4, por sua vez, é para corpos d'água altamente poluídos, usados apenas para navegação e harmonia paisagística. Essa classificação indica a necessidade de ações de recuperação. A discussão em sala de aula pode abordar os desafios de manter a qualidade da água, a eficácia de políticas de preservação, e a importância do envolvimento comunitário na conservação dos recursos hídricos.

Nesse sentido, dando seguimento às demais características da resolução do CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, em essência, a resolução trata da definição das categorias dos recursos hídricos e das normas ambientais para sua classificação, além de determinar os critérios e limites para a liberação de resíduos em meios líquidos. Complementarmente, a resolução ainda ressalta que a gestão da água deve estar alinhada às diretrizes do desenvolvimento sustentável, fundamentando-se em princípios como a função ecológica da propriedade (Brasil, 2005).

Nessa linha, a Resolução CONAMA nº 357 ainda trata da importância de temas como a prevenção e a precaução de danos ao meio hídrico, bem como trata da responsabilização dos seus poluidores e usuários, que devem ser cobrados pelos custos ambientais de suas ações. Além disso, a resolução tem grande valor no reconhecimento do valor inerente à natureza, pois os recursos hídricos são, claramente, uma das bases para a vida na Terra. Dito isso, é necessário que documentos como a resolução existam e sejam postos em prática, para garantir a qualidade da água e a biodiversidade (Brasil, 2005).

Quanto à sua importância para a qualidade da água, Tavares e Lipp-Nissinen (2022) esclarecem que a resolução tem um papel normativo, isto é, que orienta as ações de controle da poluição hídrica, por estabelecer critérios objetivos quanto à classificação das águas e à regulação do lançamento de resíduos em meio aquoso. Em adição, nota-se que a resolução ainda tem um viés de gestão sustentável, que diz respeito à conservação dos recursos hídricos e ao reconhecimento do seu valor para a vida.

Em concordância, Santos (2023), enquanto utilizador dos parâmetros de qualidade da água referenciados pela resolução, observa que a resolução é realmente um guia para procedimentos de avaliação da qualidade da água, como a verificação da microbiologia. Na prática, a resolução estabelece limites para parâmetros como a presença de coliformes termotolerantes e totais, possibilitando a identificação de contaminantes na água.

Ainda, a pesquisa de Santos (2023), de modo prático, demonstra que a Resolução CONAMA nº 357 proporciona aos pesquisadores referências avaliativas. Assim, observando as orientações da resolução, é possível avaliar a adequação da água para diferentes usos e finalidades. Desse modo, nota-se que a resolução é uma ferramenta não somente de orientação, mas também de gestão da qualidade hídrica, especialmente em áreas de proteção ambiental.

Adiante, tratando especificamente do suporte proporcionado pela resolução ao controle da poluição hídrica, a cartilha de 'Qualidade da Água para Consumo Humano' do Ministério da Saúde (2018) sublinha a relevância da resolução para definição de padrões e condições para lançamento de efluentes em meio líquido. Nesse contexto, a cartilha evidencia que a resolução assegura a qualidade da água para usos múltiplos, como recreação, abastecimento público e a preservação da vida aquática, que sofre muito com a concentração de poluentes na água.

Ademais, na cartilha é mencionada a Resolução CONAMA 357/2005 na determinação de parâmetros de qualidade da água, que garantem sua adequação ao consumo humano, prevenindo a propagação de doenças como Leptospirose. Além disso, a cartilha destaca que os padrões da resolução servem de base para a classificação dos recursos hídricos e estabelecem diretrizes que ajudam a prevenir doenças transmitidas pela água e a promover a saúde da população, possibilitando a diminuição de baixas por doenças atreladas à poluição da água (Ministério da Saúde, 2018).

Nessa linha, Santos (2021) confirma em sua pesquisa que esta resolução serve de referência para avaliação da qualidade da água, adequando-a para o contexto de sua investigação, de trechos fluviais urbanos. Dessa forma, fica claro que a resolução contribui para o controle da poluição através da comparação, sem um referencial não há como determinar se a quantidade de poluentes está diminuindo ou aumentando. Sendo assim, ao estabelecer parâmetros de controle, a resolução apresenta o caminho a ser seguido no combate à poluição.

Sob uma abordagem distinta, quanto aos desafios de implementação dos parâmetros definidos pela Resolução do CONAMA, Lima, Zorzi e Alves (2023) apontam que uma aplicação eficaz das diretrizes requer o monitoramento, análise e interpretação dos dados de qualidade da água por profissionais qualificados. Nesse sentido, a falta de formação ou mesmo de profissionais capacitados espalhados uniformemente pelo Brasil afeta a precisão e a consistência das avaliações. Desse modo, fica evidente que um dos gargalos para a aplicação das diretrizes é a presença de um corpo técnico especializado.

Ademais, Lima, Zorzi e Alves (2023) destacam que a falta ou inadequação de equipamentos e laboratórios especializados dificulta a coleta e análise sistemática dos parâmetros de qualidade da água, essenciais para a implementação das diretrizes estabelecidas. Entretanto, é importante mencionar que existe tecnologia suficiente para conduzir as análises de qualidade da água, necessárias para empreender ações de controle, porém, nem todas as regiões brasileiras têm acesso a laboratórios suficientemente equipados para tal.

Além disso, um dos desafios para implementação e fiscalização é a colaboração entre instituições de jurisdições distintas. Apesar de haver contato entre as instituições, ainda há pouca colaboração entre os órgãos ambientais e seus gestores, frente à demanda crescente de ações mitigadoras e fiscalizações. Nesse contexto, a ausência de comunicação e colaboração adequadas resulta em lacunas, devido à concentração de múltiplos órgãos em um só aspecto. Complementarmente, a falta de colaboração resulta em sobreposições, retrabalho e em gastos duplicados (Lima; Zorzi; Alves, 2023).

Na sequência, quanto à relação da Resolução CONAMA nº 357 com outras políticas, nota-se que a referida norma estabelece diretrizes, normas e padrões para a classificação e a qualidade das águas brasileiras (Brasil, 2005).

Comparativamente, a Resolução CONAMA nº 357 está diretamente articulada com a PNRH, uma vez que ambas visam garantir a qualidade e a disponibilidade da água para atender às necessidades da população e do meio ambiente (Brasil, 2005; Brasil, 1997). Dessa forma, as duas normas se complementam: a resolução é operacionalizada por meio de ações práticas de monitoramento e controle da poluição hídrica, enquanto a PNRH fornece diretrizes mais amplas para a gestão e a integração dos recursos hídricos. Assim, embora apresentem enfoques distintos, ambas se debruçam sobre a mesma temática e convergem em seus objetivos.

Em conclusão, nota-se que a Resolução CONAMA nº 357 constitui um marco para a gestão dos recursos hídricos no Brasil, pois, apesar de não ser a primeira diretriz a tratar da classificação dos corpos hídricos, lança um olhar importante sobre a temática ao estabelecer limites claros para o lançamento de efluentes. Contudo, com os avanços rumo à proteção hídrica, a supracitada resolução foi complementada e alterada pela Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011, que, em seu Capítulo II, trata especificamente das condições e padrões de lançamento de efluentes. Nesse sentido, a referida norma contribui diretamente para a proteção dos recursos hídricos. Entretanto, a resolução ainda enfrenta desafios consideráveis que impedem sua plena implementação, como a carência de infraestrutura de monitoramento e de técnicos capacitados.

2.8. Lugar na geografia: da Descrição à centralidade no ensino

Ao longo da história do pensamento geográfico, desde o século XIX até os dias de hoje, a Geografia passou por mudanças importantes na maneira como entende suas principais categorias. Uma dessas categorias é o conceito de lugar. Antes, ele era visto como algo secundário, mais ligado à descrição das paisagens. Agora, o lugar é considerado um conceito fundamental, que influencia tanto a pesquisa quanto o ensino da disciplina.

Na Geografia Tradicional, predominante até meados do século XX, o lugar era concebido sobretudo como localidade ou cenário físico, vinculado à descrição das paisagens naturais e regionais. Corrêa (2012, p. 35) observa que a descrição das paisagens, como se fossem coleções de objetos, prevalecia como método de análise geográfica. Moraes (2007, p. 42) acrescenta que a geografia tradicional descrevia a

superfície terrestre, mas não explicava as relações sociais que a produziam. Moreira (2012, p. 17) reforça: tratava-se de uma geografia mnemônica, em que a memorização se sobrepunha à reflexão. No ensino, esse modelo privilegiava mapas e dados regionais, prática que a BNCC (2017) busca superar ao propor metodologias centradas na experiência do aluno.

Com a Geografia Quantitativa, a partir da década de 1950, o foco deslocou-se para a construção de modelos e o uso de técnicas estatísticas e matemáticas. O lugar, nesse contexto, perdeu importância, subordinado a um espaço abstrato e mensurável. Segundo Monteiro (1980, p.49), a crítica reside no fato de que essa abordagem, ao focar em uma lógica instrumental e econômica, deixou de lado a análise das relações sociais e das desigualdades na organização do espaço, ou seja, a própria concretude do lugar.

Barbosa (1981, p. 66) argumenta que a modelagem reduziu a complexidade da realidade a variáveis isoladas. Corrêa (1983, p. 5) acrescenta que a teoria da localização trouxe ganhos para a análise espacial, mas deixou em segundo plano o espaço vivido. Na escola, isso se traduziu em um ensino excessivamente técnico, o que contrasta com a BNCC (2017), que recoloca a experiência do sujeito no centro da aprendizagem.

A Geografia Humanista, emergente nos anos 1970-1980, resgatou o lugar como categoria fundamental, entendendo-o como espaço vivido, impregnado de memória, identidade e afetividade. Holzer (1999, p. 72) define que o lugar é o espaço da experiência, impregnado de significados. Suess e Leite (2018, p. 8), o conceito de lugar é válido no âmbito educacional, pois permite identificar os significados que os alunos atribuem aos seus espaços de vida. Serpa (2013, p. 171) reforça o conceito, ao propor que o lugar, enquanto fenômeno da experiência, não é apenas um palco para a rotina, mas também um espaço que expressa e condiciona os confrontos, conflitos e contradições do dia a dia. A BNCC (2017) incorpora essa perspectiva ao propor, já nos anos iniciais, conteúdos como “meus lugares de vivência”.

Paralelamente, a Geografia Crítica, também a partir da década de 1970, ampliou a noção de lugar ao vinculá-lo às relações sociais, econômicas e políticas. Santos (2004, p. 122) afirma que o lugar é a escala do cotidiano, onde se materializam as relações sociais. Em *Metamorfoses do espaço habitado*, Santos (2008, p. 88) acrescenta que o lugar é atingido pelas transformações globais, mas também resiste e se recria a partir delas. Carlos (1996, p. 23) sustenta que o lugar é a dimensão

concreta da prática social, resultado da produção histórica do espaço. No ensino, essa abordagem estimula os alunos a compreenderem não apenas sua vivência local, mas também as contradições e desigualdades que a estruturam, em consonância com a BNCC (2017).

Na atualidade, o lugar reafirma-se como categoria estruturante da Geografia escolar e acadêmica. Callai (2005, p. 57) argumenta que o lugar é ponto de partida para a aprendizagem, pois dele parte a leitura crítica do mundo. Em obra posterior, Callai (2013, p. 89) reforça que ensinar Geografia exige articular o lugar vivido ao mundo, numa totalidade indissociável. Segundo Castellar e Vilhena (2010, p.99-100):

a aprendizagem significativa de um conceito ocorre quando o aluno consegue atribuir-lhe um significado pessoal. Esse processo de apropriação do conhecimento acontece ao se conectar os fenômenos estudados com as experiências do cotidiano, o que altera as estruturas de pensamento do estudante e estimula as mudanças conceituais necessárias para uma compreensão mais profunda.

Cavalcanti (2012, p. 41) acrescenta que a análise do lugar no ensino favorece a formação do pensamento crítico, pois liga o cotidiano às escalas regionais e globais. A BNCC (2017) ratifica essa centralidade ao destacar o lugar como eixo estruturante da Educação Básica, conectando o saber escolar à vida cotidiana.

Assim, a evolução do conceito de lugar, da Geografia Tradicional à atualidade (quadro1), revela não apenas mudanças teóricas, mas também uma reconfiguração do papel da Geografia escolar. O lugar, outrora reduzido à condição de localidade, tornou-se hoje uma categoria central, capaz de articular experiência, identidade, crítica social e cidadania, em consonância com os princípios orientadores da BNCC.

Quadro 1 - Síntese Conceito de Lugar nas Correntes do Pensamento Geográfico

Corrente Pensamento Geográfico	A concepção de Lugar	Autores Brasileiros de Referência	Geografia Escolar e BNCC
Geografia Tradicional (séc. XIX – meados do XX)	Lugar entendido como localidade ou cenário físico, descritivo, atrelado às características naturais e regionais; pouco desenvolvido como categoria analítica.	Roberto Lobato Corrêa (2012); Antônio Carlos Robert Moraes (2007); Ruy Moreira (2012)	Ensino escolar baseado em descrições e regionalização; pouco ou nenhum vínculo com a vivência dos alunos. A BNCC critica esse modelo ao propor metodologias mais ativas.

Geografia Quantitativa (1950-1960)	Lugar perde importância, subordinado ao espaço abstrato e mensurável; foco em modelos, localização, variáveis e redes.	Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro (1978); Tulio Barbosa (1981); Roberto Lobato Corrêa (1983).	Geografia escolar marcada por ênfase em mapas, gráficos e estatísticas, foco na objetividade em detrimento da experiência vivida. A BNCC supera essa visão ao enfatizar o lugar como experiências subjetivas.
Geografia Humanista (1970-1980)	Lugar valorizado como espaço vivido, dotado de identidade, memória, afetividade e pertencimento; dimensão cultural e subjetiva.	Werther Holzer (1999); Rodrigo Capelle Suess e Cristina M. C. Leite (2016); Angelo Serpa (2013).	Introdução do lugar como espaço da experiência dos alunos, fundamental na BNCC (anos iniciais: “meus lugares de vivência”). Fortalece práticas como mapas mentais, observação e análise do cotidiano.
Geografia Crítica (1970 em diante)	Lugar como escala do cotidiano e espaço da produção social, dos conflitos e desigualdades; articulado ao conceito de território usado.	Milton Santos (2004, 2008); Ana Fani Alessandri Carlos (1996).	Ensino escolar deve articular vivência local com relações mais amplas (econômicas, políticas, sociais). A BNCC orienta a compreensão crítica do lugar, articulando escalas local e global.
Geografia na atualidade (2000 em diante)	Lugar reafirmado como categoria central da Geografia escolar, integrando vivências, identidade, memória e crítica social. Ênfase ao ensino e aprendizagem, articulando espaço vivido com cidadania e BNCC.	Callai (2005; 2013); Cavalcanti (1998; 2012). Castellar e Vilhena (2010)	O lugar aparece como eixo estruturante nos currículos da Educação Básica (BNCC, 2017), aproximando a ciência geográfica da vida cotidiana dos alunos, promovendo pertencimento, criticidade e cidadania.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025), baseada na literatura citada.

3.0. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa caracteriza-se como de natureza qualitativa, com caráter propositivo, fundamentada em procedimentos bibliográficos e documentais. O estudo tem como foco a compreensão da prática docente em Geografia articulada ao ensino de recursos hídricos, considerando a realidade socioambiental e educacional do município de Ibirité-MG.

A investigação também se aproxima de uma perspectiva fenomenológica, ao valorizar a experiência vivida no contexto escolar, tanto do professor quanto dos estudantes, como elemento central na construção do conhecimento. Nesse sentido, busca-se compreender o fenômeno educativo para além de sua dimensão técnica, considerando os significados, percepções e relações estabelecidas no cotidiano do campo pedagógico.

O objeto da pesquisa consiste na análise da articulação entre o ensino de Geografia e a temática dos recursos hídricos, tendo como recorte empírico o contexto escolar local e como desdobramento a elaboração de uma proposta didática voltada à educação ambiental, fundamentada nos princípios do pensamento geográfico e na leitura crítica do espaço geográfico.

3.1. Área de estudo

O município de Ibirité, localizado na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), insere-se na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Ibirité (figura 2). Essa bacia integra a Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba, uma das principais sub-bacias do estado de Minas Gerais (CBH do Rio Paraopeba, 2025).

Em um cenário hidrográfico mais amplo, tanto o Ribeirão Ibirité quanto o Rio Paraopeba fazem parte da Região Hidrográfica do Rio São Francisco, estando situados especificamente no trecho denominado Alto São Francisco (CBHSF, 2025).

Essa hierarquia hidrográfica evidencia a importância estratégica de Ibirité na conservação e no uso sustentável dos recursos hídricos que, a partir de escalas locais, contribuem significativamente para a dinâmica hídrica de uma das mais relevantes bacias do território nacional (CBHSF, 2025). com significativa influência sobre a qualidade e quantidade dos recursos hídricos da região.

Ibirité está localizado em uma área estratégica de divisão de águas entre duas importantes bacias hidrográficas de Minas Gerais: a do Rio Paraopeba e a do Rio das Velhas, sendo este limite natural estabelecido pela contribuição direta ao Ribeirão Arrudas (Prefeitura de Ibirité, 2025). A sede do município é atravessada pelo Ribeirão Ibirité, curso d'água principal da localidade, que desempenha papel fundamental tanto na configuração física quanto na dinâmica socioambiental do território.

A bacia hidrográfica do Ribeirão Ibirité possui uma área de drenagem de aproximadamente 64 km², até o ponto de confluência com a represa da Petrobras, e apresenta uma extensão linear de 10,25 km em seu talvegue principal, com declividade média de 1,8%. Seus afluentes se distribuem pelas margens esquerda e direita, sendo os mais importantes, à esquerda, os córregos Urubu, Rola Moça (também conhecido como Fubá), Bálsamo, Taboões, Serrinha, Sumidouro, Barreirinho e Camargos (Terra do Feijão). À direita, destacam-se os córregos do Pelado, Pintado e Palmares (Prefeitura de Ibirité, 2025).

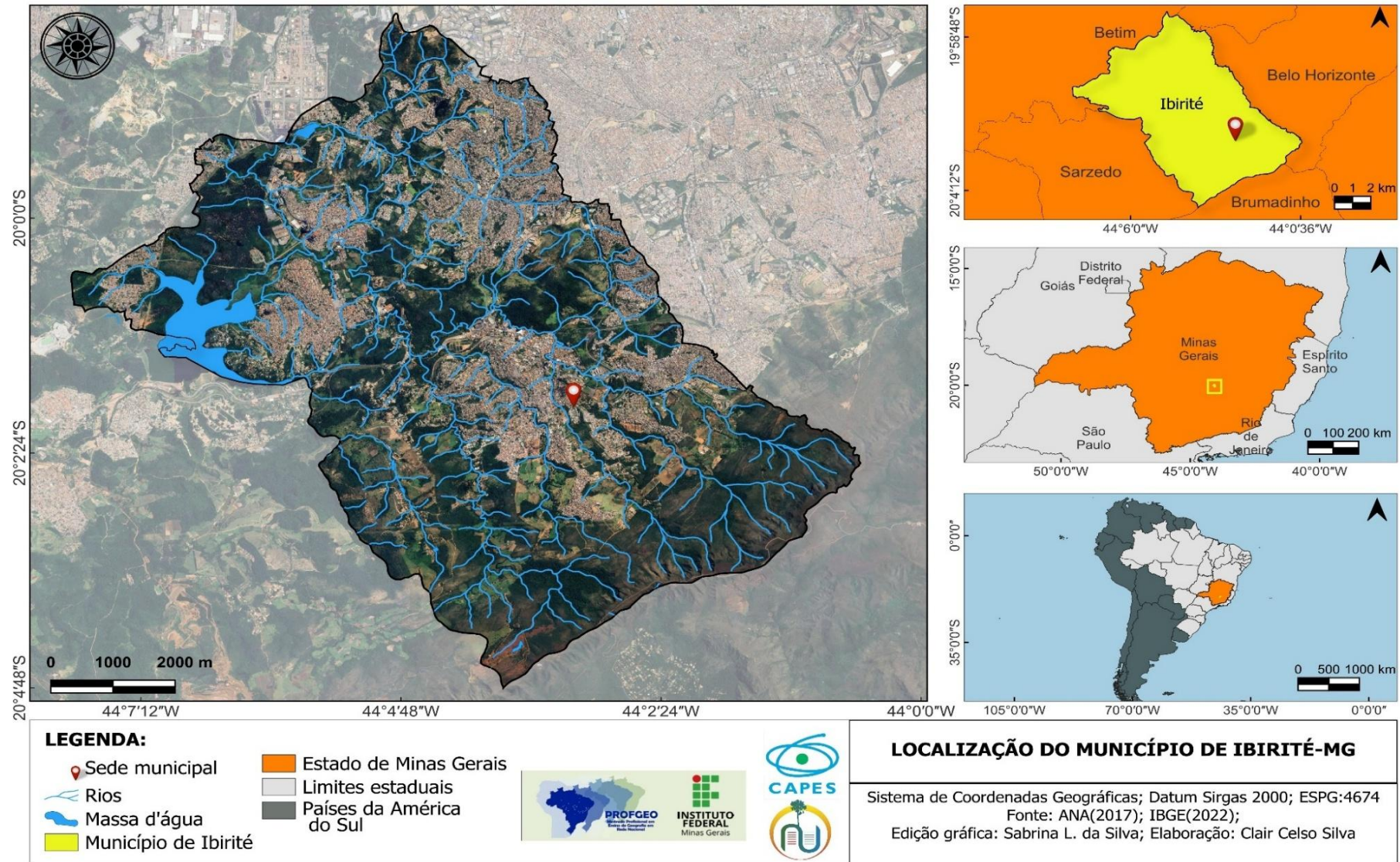
As bacias dos córregos Bálsamo, Rola Moça e Taboões foram protegidas por legislação estadual na década de 1980, devido à sua relevância como mananciais de abastecimento operados pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA/MG) (Moraes, 2022; Decreto nº 36.071/1994). Essa proteção legal reflete a crescente preocupação com a conservação dos recursos hídricos diante da urbanização acelerada e, muitas vezes, desordenada, que marca a história recente do município.

Entretanto, a pressão urbana sobre os recursos hídricos é evidente em regiões como as nascentes dos córregos Pelado e Pintado, localizadas em bairros carentes de infraestrutura básica, o que resulta em significativa carga poluente lançada nos corpos d'água. Essa realidade compromete a qualidade das águas e coloca em risco não apenas o ecossistema local, mas também a sustentabilidade do abastecimento hídrico regional (Sobral, 2023).

A Represa de Ibirité, criada na década de 1960 em conjunto com a implantação da Refinaria Gabriel Passos (REGAP), representa um dos principais reservatórios da região, com área de aproximadamente 2,7 km² (ALMG, 2025; Petrobras, 2025).

Formada pelas contribuições do Ribeirão Ibirité e seus afluentes, a represa abrange parte dos municípios de Ibirité e Sarzedo, e exerce papel estratégico no armazenamento e controle hídrico, bem como no fornecimento de água e no suporte a atividades industriais.

Figura 2 - Mapa Geral de Localização



Fonte: Google Earth (2024), elaborado pelo autor (2024).

3.1.1. A descrição da hidrografia para além do curso d'água

A rede de drenagem do município de Ibirité, em Minas Gerais, apresenta um sistema hidrológico complexo e de elevada relevância estratégica para a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), convergindo para a Lagoa de Ibirité, localizada na porção noroeste do território municipal. O município é vizinho de Contagem a nordeste, Betim a norte, Sarzedo a leste, Brumadinho a sul e Belo Horizonte a leste, localizando-se em uma área de transição hidrográfica de grande importância regional.

A hidrografia de Ibirité caracteriza-se predominantemente por um padrão de drenagem dendrítico, no qual diversos córregos e riachos convergem para o curso principal — o Ribeirão Ibirité — formando ângulos agudos semelhantes à estrutura de uma árvore. Esse padrão é típico de áreas com relativa homogeneidade litológica, nas quais a estrutura geológica não impõe controles rígidos à organização da drenagem (Christofolletti, 1980, p. 103).

Considerada densa, apresenta numerosos canais de escoamento superficial. Essa densidade está diretamente relacionada à predominância de litologias de baixa permeabilidade, como filitos e xistos, comuns no Quadrilátero Ferrífero, que restringem a infiltração da água no solo e favorecem o escoamento superficial concentrado.

A dinâmica hídrica encontra-se intimamente associada à geomorfologia local. A porção sul do município é marcada por relevo fortemente ondulado a ondulado, condicionado pela presença da Serra do Rola-Moça. Serra esta, que apresenta ocorrência de campos ferruginosos sobre a canga, caracterizados por solos rasos e baixa capacidade de infiltração, o que intensifica o escoamento superficial e a rápida alimentação dos cursos d'água. As maiores declividades contribuem para a aceleração do escoamento superficial, o aumento da energia dos fluxos e a maior densidade da rede de drenagem.

Para a análise quantitativa da rede de drenagem, foram consideradas as áreas das microbacias e a extensão dos cursos d'água principais (tabela 1). As áreas das microbacias foram obtidas a partir de Mozeto et al. (2014), enquanto as extensões dos cursos d'água foram determinadas por meio de digitalização manual em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (IDE-SISEMA), adotando-se a escala de 1:50.000.

O IDE-SISEMA consiste na Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Minas Gerais, configurando-se como uma plataforma oficial de disponibilização de dados geoespaciais ambientais. Ressalta-se que essa infraestrutura utiliza como base a Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO), desenvolvida pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, a partir do Mapeamento Sistemático Brasileiro. A BHO é estruturada de modo a garantir consistência hidrológica, representando a rede hidrográfica em trechos unifilares definidos entre confluências. Cada trecho está associado a uma área de drenagem, denominada ottobacia, codificada segundo o método de Otto Pfafstetter, o que assegura consistência topológica e a correta representação do fluxo hidrológico por meio de segmentos conectados e orientados segundo o sentido do escoamento.

Adotou-se o critério clássico da hidrologia quantitativa, segundo o qual o canal principal corresponde àquele de maior extensão longitudinal, medida desde a nascente mais distante até o exutório da bacia (Horton, 1945; Strahler, 1957). Ressalta-se que, embora a digitalização manual esteja sujeita a generalizações cartográficas, os resultados obtidos são compatíveis com a escala de trabalho adotada e adequados para análises em nível municipal.

Os dados hidrográficos disponibilizados pelo IDE-SISEMA baseiam-se no Mapeamento Sistemático Brasileiro, na escala de 1:50.000, sendo compatíveis com análises em nível municipal e regional.

Essa configuração evidencia uma rede de drenagem bem estruturada e hierarquizada, cuja convergência para o Ribeirão Ibirité reforça sua função como eixo central do sistema hidrográfico municipal.

O município de Ibirité situa-se sobre um divisor interbacias, influenciando tanto o sistema do Rio Paraopeba quanto o do Rio das Velhas. Segundo Christofolletti (1980, p. 11, 58), áreas localizadas sobre divisores requerem atenção especial no planejamento do uso e ocupação do solo, visto que as alterações antrópicas têm o potencial de modificar o equilíbrio hidrológico entre bacias adjacentes. Tucci (2008) reforça que a impermeabilização crescente e a supressão de áreas de recarga comprometem o ciclo hidrológico, ampliando riscos de cheias, erosão e redução da disponibilidade hídrica.

Embora as águas do Ribeirão Ibirité convergem inicialmente para a Lagoa de Ibirité — um reservatório artificial construído em 1967 para atender à demanda hídrica da Refinaria Gabriel Passos (REGAP) — o sistema hidrográfico é classificado como

exorreico, uma vez que, a jusante, integra-se ao sistema do Rio Paraopeba, afluente do Rio São Francisco.

O Córrego do Pintado, pertencente à bacia do Rio Paraopeba, nasce no município de Betim, ao norte da Rodovia Fernão Dias, em área inserida na APA Fernão Dias, e percorre aproximadamente 10,8 km até sua foz na Lagoa de Ibirité (CIBAPAR, 2008). A Lagoa de Ibirité constitui atualmente um corpo d'água ambientalmente sensível, submetido a intenso processo de degradação da qualidade da água, em função do lançamento de efluentes sanitários e industriais (Andrade *et al.*, 2013).

O principal afluente do Córrego do Pintado é o Córrego Palmares, cuja microbacia se insere parcialmente no município de Ibirité. Assim como ocorre com grande parte dos cursos d'água em áreas urbanizadas, o Córrego do Pintado apresenta trechos canalizados e retificados, especialmente em seu médio e baixo curso, ao atravessar o Distrito Industrial do município.

Tabela 1 - Área das Microbacias e Extensão Longitudinal dos Cursos d'água Principais do Município de Ibirité

Nº	Curso d'água	Área da microbacia (km²)	Extensão do curso principal (km)
1	Ribeirão Ibirité	60,1	14,847
2	Córrego do Pintado	22,7	2,845*
3	Córrego do Palmares	6,1	8,507
4	Córrego do Jatobá (Pelado)	7,1	5,654
5	Córrego do Barreirinho	6,3	6,963
6	Córrego do Rola-Moça	5,1	5,193
7	Córrego do Fubá	4,0	5,362
8	Córrego do Urubu	4,6	7,273
9	Córrego do Taboões	9,6	7,042
10	Córrego do Sumidouro	5,9	6,124
11	Córrego do Camargos	2,5	3,701

* extensão dentro do município de Ibirité

Fonte: Áreas das microbacias: Mozeto et al. (2014).

Extensão dos cursos d'água: elaboração própria, a partir de digitalização manual em SIG (IDE-SISEMA), escala 1:50.000, adotando o critério clássico de maior extensão longitudinal.

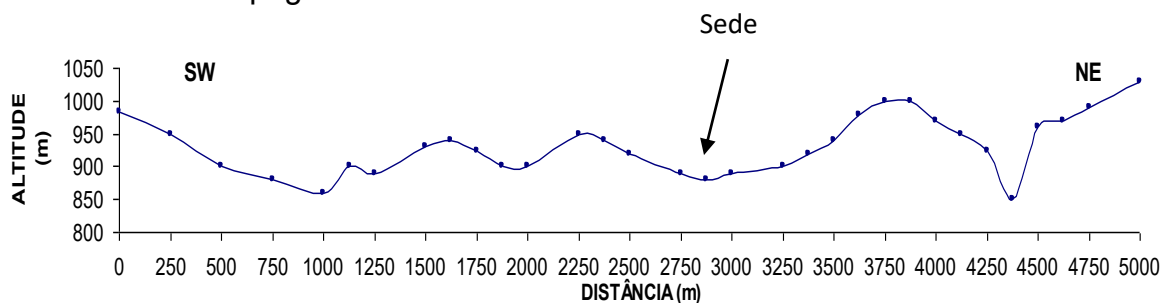
3.1.2. O Município de Ibirité - Histórico de formação

De Vargem da Pantana para Ibireté e de Ibireté para hoje, Ibirité: termo de origem tupi-guarani que significa “terra firme” ou “chão duro”. A ocupação da área que corresponde ao atual município remonta aos séculos XVII e XVIII, período em que se intensificaram as entradas e bandeiras nas regiões centrais da Capitania de Minas Gerais, motivadas pela busca por ouro. Esse processo de expansão territorial promoveu o surgimento de diversos povoados, entre os quais inclui-se Ibirité.

A conformação territorial do município consolidou-se no período imperial, por meio da política de concessão de sesmarias instaurada durante o reinado de D. José I. O processo de concessão foi acelerado por interesses coloniais, de modo que “entre 1701 e 1836, foram concedidas cerca de 7 991 cartas de sesmaria em Minas Gerais” (MORAES, 1992). A partir dessa política, foram implantadas fazendas voltadas ao cultivo de gêneros alimentícios e à criação de gado, com a finalidade de abastecer centros mineradores próximos, como Nova Lima — local de intensa atividade aurífera, que mobilizava numerosa mão de obra escravizada.

O núcleo urbano original de Ibirité formou-se às margens do ribeirão do Pantana, em uma região que, posteriormente, seria atravessada pela rodovia MG-040 e pela Estrada de Ferro Central do Brasil (EFCB). A construção da ferrovia e a abertura da estrada de rodagem, que interligava Belo Horizonte ao sul de Minas Gerais e ao estado de São Paulo, favoreceram a circulação de pessoas e o escoamento da produção agrícola local. A sede municipal é atualmente cortada pelo Ribeirão Ibirité e seus afluentes, elementos hidrográficos que influenciaram significativamente a configuração urbana da cidade.

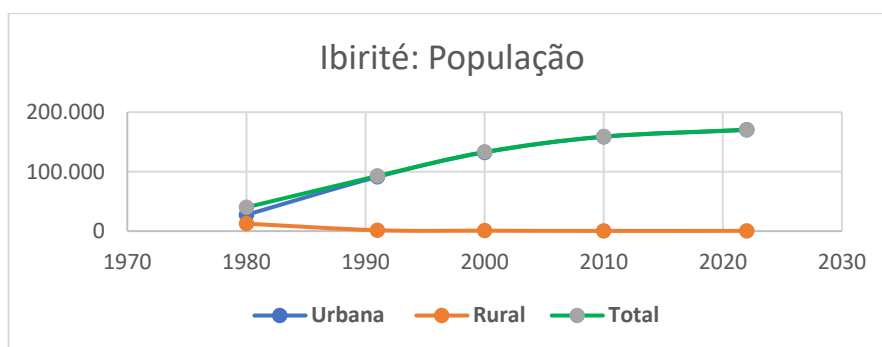
Ibirité localiza-se na região central do estado de Minas Gerais, situa-se em uma das bordas do Quadrilátero Ferrífero, fazendo parte da Região Metropolitana de Belo Horizonte. O município se encontra situado na Zona Metalúrgica, no vale do Paraopeba, ocupando uma área territorial de 72.395 km², a 882 metros de altitude (Gráfico 1), com as coordenadas geográficas de 20°01’15.7” de Latitude Sul e 44°04’01.9” de Longitude Oeste (Ibirité, 2024). Possui limites com os seguintes Municípios: Belo Horizonte, Contagem, Betim, Sarzedo e Brumadinho.

Gráfico 1 - Perfil Topográfico da Sede de Ibitité/MG

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, folha de Belo Horizonte, 1979 1:50.000

Elaboração: Clair Celso; Jonatan Teixeira, Júlio Bonifácio, 2023.

Em 2022, a população (gráfico 2), segundo o IBGE, era de 170.537 habitantes e a densidade demográfica era de 2.4 habitantes por quilômetro quadrado. O Município de Ibitité apresenta elevado grau de urbanização - 98%.

Gráfico 2 - Evolução da População no Contexto Urbano-Rural

Fonte: Adaptado de IBGE (2024).

Até 1970 menos de 20% da população vivia em área urbana e as atividades ligadas ao setor primário eram a principal ocupação do município. Com o grande crescimento demográfico da década de 70, observado na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), Ibitité passou por um processo intenso de urbanização quando a população urbana passou de 20% para 68%. Nos últimos anos, o processo de ocupação da RMBH se destaca no vetor oeste, que constitui um dos polos com maior capacidade de atração de novos assentamentos, constituindo-se como o espaço onde se instalou grande parte da população oriunda da RMBH. (Ibitité, 2024).

As regiões industriais de Belo Horizonte e Contagem exercem um forte poder de polarização capaz de atrair novos moradores. As regiões do Barreiro em Belo Horizonte e do Riacho em Contagem estão conurbadas com o noroeste do município de Ibitité.

Quanto aos aspectos fisiográficos, Ibirité possui um relevo bastante movimentado, cujo aspecto predominante é a formação, pelo Sul, do maciço denominado Serra Três Irmãos, com as denominações locais de Serra da Jangada e Serra do Rola Moça. Essa formação limita o município de Ibirité ao sul com Brumadinho e atinge altitudes que superam 1.400m. No sentido de leste/oeste essa serra vai decrescendo até constituir a formação característica de garganta conhecida como Fecho do Funil, por onde passa o rio Paraopeba que a atravessa no sentido sul/norte (Ibirité, 2024).

O clima predominante é o tropical de Altitude, de acordo com a classificação de Köppen Alvares et al. (2013) é Cwa, caracterizado pelas temperaturas amenas durante o ano e pela ocorrência de um inverno seco. O mês mais frio no município é julho, com máxima de 24°C e mínima de 12°C. Já o mês mais quente é fevereiro com temperaturas de 29°C.

Quanto à vegetação, o município se insere em uma região de transição entre os domínios morfoclimáticos de Mares de Morros e do Cerrado (Ab'Saber, 1967). Originalmente, a cobertura vegetal natural era composta por espécies típicas da Mata Atlântica e Cerrado com a presença de campos rupestres e campos ferruginosos nas áreas de maior altitude, este último localizado na serra do Rola Moça, rica em minério de ferro.

No entanto, o município perdeu grande parte originária da sua área verde em razão do desenvolvimento urbano e das diversas atividades humanas praticada naquela localidade. Atualmente, o espaço geográfico de Ibirité é representado predominantemente por áreas urbanas, seguido das de pastagens e da vegetação remanescente (Sobral, 2023).

3.1.3. Escola Estadual no Parque Elizabeth

O município conta com 36 escolas municipais, 18 escolas estaduais, 1 universidade – Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG campus Helena Antipoff e 1 Instituto Federal de Minas Gerais

Esta Unidade Escolar, “Parque Elizabeth” (Figura 3) foi inaugurada em novembro de 1984. Na instituição de ensino de educação básica, há o funcionamento das etapas de formação de Ensino Fundamental II, Ensino Médio, Educação de

Jovens e Adultos - EJA e Curso Técnico (administração). Possui em média 750 (setecentos e cinquenta) alunos divididos em três turnos (manhã, tarde e noite),

No que se refere à composição do quadro de pessoal, segundo informações da secretária escolar, a Instituição conta, em 2025, com 21 servidores efetivos, dos quais 19 são Professores de Educação Básica (PEB), contando diretora e dois vice-diretores, além de uma Especialista de Educação Básica (EEB) e uma secretária escolar. Outros 40 funcionários contratados se dividem em: Assistentes Técnicos de Educação Básica (ATB), com 6 funcionárias; Auxiliares de Serviços de Educação Básica (ATB), com 12 colaboradores; 3 Professoras de Apoio à Comunicação, Linguagem e Tecnologias Assistivas (ACLTA), sendo uma delas parte do quadro de profissionais efetivos da escola; 3 Professoras para o Ensino de Uso da Biblioteca (PEUB) e 17 professores pelo regime de contratação (o que corresponde a 47% do corpo docente). A área total da escola é de aproximadamente 10.000 m². No terreno da escola encontra-se remanescentes de Mata Atlântica e um sub afluente do Ribeirão Ibirité (córrego atrás da escola).

A infraestrutura conta com 09 salas de aula, 01 laboratório de informática. 01 uma cantina, 01 biblioteca, além das acomodações para secretaria e coordenação pedagógica. Há data show em todas as salas com acesso à rede wi-fi, o que facilita a execução de aulas e atividades que utilizem, de alguma forma, recursos tecnológicos.

Para a recreação dos estudantes, a escola conta com mesa de tênis de mesa, totó, jogos diversos e uma quadra anexa para a prática de educação física.

A escola tem se mostrado receptiva às metodologias ativas e ao uso de tecnologias educacionais nos últimos anos. Com o apoio da equipe pedagógica e da direção, essas práticas vêm sendo incorporadas de maneira orgânica às atividades didáticas, tanto por professores quanto por alunos. Um exemplo significativo dessa abertura foi a participação da escola, em 2018, por meio dos Núcleos de Pesquisa e Estudos Africanos, Afro-brasileiros e da Diáspora (NUPEAAS), com o desenvolvimento de um projeto de pesquisa, que objetivava sentir a percepção dos alunos quanto aos vários preconceitos no ambiente escolar, dentre eles o preconceito racial. Seu desenvolvido culminou na participação em um evento na Universidade Federal de Uberlândia - UFU e apresentação e exposição na Cidade Administrativa do Estado de Minas Gerais - CAMG.

Como resultado dessa pesquisa, foi a produção de um artigo científico, que segundo a Secretaria de Estado da Educação, seria publicado em seus anais, com o

título “*Valorização Social e Humana dos Indivíduos na Comunidade Escolar para a Erradicação do Racismo*”. O trabalho visava, naquele ano, promover o reconhecimento e a valorização de pessoas historicamente desrespeitadas no contexto escolar.

Essa iniciativa em consonância com a Lei nº 10.639, de 9 de janeiro de 2003, que torna obrigatório o estudo da História e Cultura Afro-Brasileira em todo o currículo da Educação Básica (Ensino Fundamental e Ensino Médio), ressaltando a contribuição do povo negro na formação da sociedade brasileira, especialmente nos campos das artes, religião, política, economia e vida social, além de sua luta por direitos e igualdade.

A Escola também está inserida no Projeto Jovens do Futuro, um programa que é uma iniciativa abrangente em Minas Gerais que visa fortalecer a gestão educacional e escolar, com foco na melhoria da qualidade da educação e na preparação dos jovens para o futuro, tanto no âmbito escolar quanto no mercado de trabalho.

Ademais, a instituição tem promovido, de forma contínua, o incentivo à pesquisa e à investigação científica no contexto escolar, especialmente por meio de projetos de iniciação científica na educação básica, implementados desde o ano de 2016, em parceria com a Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal e a Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (SEEMG).

Nesse cenário, destaca-se o entusiasmo da escola em participar e produzir trabalhos científicos, promovendo a aproximação entre alunos, professores e o saber científico — entusiasmo esse que, em 2023, resultou na publicação de mais um artigo científico, fruto das atividades desenvolvidas em nossas feiras de ciência, posteriormente apresentado na FECITEC.". O referido trabalho foi realizado por estudantes do 8º ano do ensino fundamental II, os quais investigaram a qualidade da água dos cursos d'água situados no entorno da escola, utilizando a técnica do azul de metileno, o que conferiu ao projeto reconhecimento pela clareza metodológica e objetividade dos resultados. A pesquisa intitulada “A Avaliação da Água, usando a técnica do azul de metileno”, foi submetida ao III Congresso Nacional On-line de Conservação e Educação Ambiental – CONEAMB, sendo aprovada e, posteriormente, publicada na *Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente*.

No ano subsequente, agora com alunos do 1º ano do Ensino Médio, obtivemos mais uma publicação, desta vez cumprindo três objetivos principais. O primeiro, enquanto discente do Mestrado Profissional em Rede, foi atender aos critérios do

programa, que exigem a publicação de trabalhos e a participação em eventos de âmbito nacional.

O segundo objetivo consistiu em investigar a percepção dos alunos sobre os recursos hídricos. E, por fim, o terceiro objetivo foi dar continuidade à promoção de uma cultura de investigação científica no ambiente escolar. Todos os objetivos foram plenamente alcançados. A pesquisa foi aceita e apresentada no XX SBGFA - Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada & IV ELAAGFA - Encontro Luso-Afro-Americano de Geografia Física e Ambiente, realizado na Universidade Federal da Paraíba, com o trabalho intitulado *“Água, fonte para o conhecimento: a percepção de estudantes do ensino básico sobre os recursos hídricos”*. O artigo encontra-se publicado nos Anais do evento.

Nos anos que antecederam a pandemia de Covid-19, a escola apresentava uma melhora significativa no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), bem como em outras avaliações externas. Segundo a percepção do corpo docente, essa melhora se deve aos projetos que são desenvolvidos na escola, dentre eles à iniciação científica. De acordo com Souza, Couto e Couto (2021), a participação de estudantes de escolas públicas em projetos de iniciação científica promoveu avanços significativos no pensamento crítico, na autonomia de pesquisa e no desempenho escolar, evidenciando o impacto positivo dessas práticas educativas. No entanto, após a pandemia, em 2021, não foi possível observar o índice, sendo o próximo resultado disponível apenas em 2023.

O Gráfico 3 apresenta uma comparação do IDEB da escola com os índices municipais e estaduais, conforme dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

A análise dos dados do IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) entre os anos de 2015 a 2023 mostra muitas diferenças na média entre a educação nacional, estadual, municipal e também a Escola Estadual no bairro Parque Elizabeth, em Ibitité (MG). O IDEB, como um indicador consolidado para avaliar a qualidade da educação básica no Brasil, combina o desempenho escolar (aprovação) com o desempenho em exames padronizados e é um instrumento importante para sustentar políticas públicas educacionais e acompanhar as instituições de ensino.

Os índices do país (Brasil), estado (Minas Gerais) e município (Ibitité) mostraram crescimento positivo, embora em um ritmo relativamente modesto durante o período analisado. Notáveis foram os resultados da rede estadual de Minas Gerais,

que preservou seus melhores desempenhos em todos os períodos, mas com uma ligeira queda na linha de tendência em 2023.

A média dos municípios e também da microrregião nacional mostrou uma linha de crescimento gradual, mas localizada em torno de 5 pontos na escala do IDEB em 2023, o que já era um bom desempenho em relação às normas do governo federal. Em contraste, os dados referentes à Escola Estadual no Parque Elizabeth demonstram uma trajetória marcada por oscilações abruptas e preocupantes. Partindo de um patamar inferior às demais médias em 2015 (cerca de 3,8), a escola apresentou queda em 2017, seguida por recuperação em 2019.

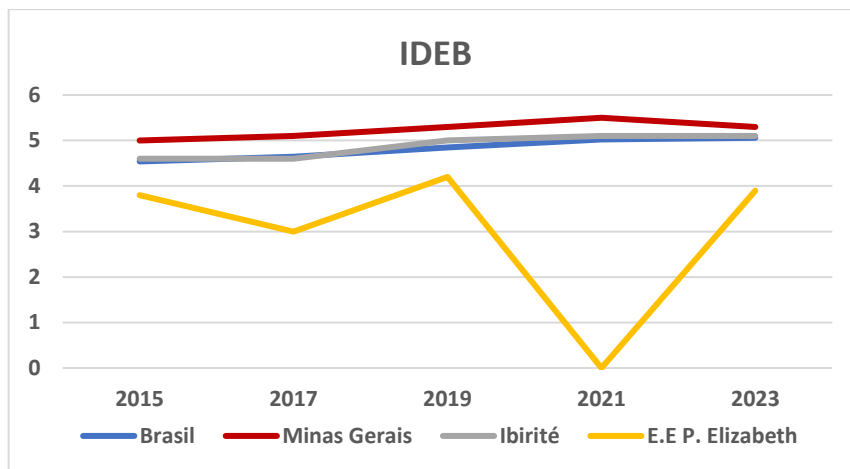
No entanto, o dado mais preocupante é a queda para zero em 2021 — o que pode refletir não apenas um colapso no desempenho escolar, mas também a possibilidade de ausência de aplicação das avaliações oficiais naquele ano, interrupção dos registros ou outro tipo de descontinuidade institucional, associada aos efeitos da pandemia de COVID-19.

O movimento de subida no índice para cerca de 3,9 é, portanto, uma recuperação parcial, mas ainda abaixo dos referenciais do município, estado e do país mesmo em 2023. Este cenário alude a problemas sistêmicos e pedagógicos mais amplos da escola, o que torna necessários projetos investigativos mais aprofundados com o envolvimento de vários fatores, como infraestrutura, formação de professores, gestão escolar, condições socioeconômicas da comunidade atendida e políticas de apoio público.

Portanto, os dados do IDEB revelam não apenas desigualdades educacionais sociais dentro da rede pública estadual como um todo, mas também fortalecem o olhar crítico e local de problematização para certos contextos escolares, especialmente de territórios periféricos. A análise longitudinal aqui apresentada reforça a tese de que políticas públicas universalistas devem ser acompanhadas por estratégias específicas, voltadas à realidade concreta de escolas com histórico de vulnerabilidade e baixo desempenho.

A maioria dos estudantes reside nos bairros próximos à escola, embora haja uma parcela de alunos do Ensino Médio que vêm de regiões mais distantes, atraídos pela oferta do curso técnico em Administração. Do ponto de vista socioeconômico, os estudantes, em sua maioria, pertencem a famílias de baixa renda.

Gráfico 3 - Comparação entre o IDEB Escola Estadual no "Parque Elizabeth", Rede Pública Municipal e a Rede Estadual de Minas Gerais



Fonte: Adaptado de INEP (2024).

3.1.4. Metodologias de Investigação Ambiental no Ensino de Geografia

Os aportes teóricos e metodológicos que sustentam esta investigação, foi pautado no livro *Metodologias Simples para Investigar o Meio Ambiente*, de Helmut Troppmair (Troppmair, 1998, p.173). O autor propõe estratégias acessíveis e economicamente viáveis para a exploração de questões ambientais no contexto escolar, favorecendo a conexão entre o saber científico e a realidade local. Sua proposta incentiva o desenvolvimento de competências investigativas e o protagonismo dos estudantes, em consonância com os princípios da BNCC (Brasil, 2017).

Para exemplificar a aplicação prática dessas metodologias no ensino de Geografia, foram selecionados três procedimentos investigativos:

a) Azul de Metileno – Investigação de Matéria Orgânica em Amostras de Água

A técnica do Azul de Metileno fundamenta-se nos princípios da química ambiental e da ecologia das águas, permitindo identificar a presença de matéria orgânica (coliformes fecais) dissolvida nos cursos d'água, por meio da variação da coloração. No contexto escolar, essa técnica se configura como um instrumento didático de experimentação científica acessível, que visa aproximar os estudantes dos processos de investigação empírica.

Sob a perspectiva pedagógica, o uso do Azul de Metileno contribui para o desenvolvimento das competências gerais da BNCC, especialmente aquelas

relacionadas ao pensamento científico crítico e reflexivo, promovendo a compreensão das relações entre a qualidade da água, os impactos antrópicos e a sustentabilidade ambiental local. Além disso, favorece a construção quanto ao raciocínio geográfico, ao articular fenômenos naturais e as ações humanas na análise de bacias hidrográficas e os ecossistemas próximos à comunidade escolar.

b) Ecolkit – Análise Simplificada da Qualidade da Água

O Ecolkit referenciado pela Alfakit (2023), constitui em uma metodologia de investigação tecnológica e interdisciplinar que possibilita a análise rápida e simplificada da qualidade da água por meio de parâmetros como pH, turbidez, oxigênio dissolvido – OD e a presença de nitratos. Seu marco conceitual está embasado na alfabetização científica, na educação ambiental e no uso de tecnologias de baixo custo para o ensino de geografia e ciências.

No que tange à pedagogia, o Ecolkit potencializa a aprendizagem ativa ao estimular o protagonismo estudantil e a resolução de problemas reais. Em conformidade com a BNCC (Brasil, 2017) essa metodologia favorece a interação entre teoria e prática, o que permite aos estudantes compreenderem os processos socioambientais que interferem na qualidade dos recursos hídricos e desenvolvam uma postura crítica diante das questões locais e globais relacionadas à água.

c) Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) – Diagnóstico Qualitativo de Ambientes Aquáticos

O Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) proposto por Callisto et al. (2002), tem como base os princípios da ecologia de campo e a educação ambiental crítica, sendo uma metodologia qualitativa que avalia visualmente a integridade dos ecossistemas aquáticos a partir de indicadores como vegetação ciliar, uso do solo e a presença de resíduos.

Do ponto de vista conceitual o PAR amplia a compreensão do ambiente como um sistema interdependente, articulando os aspectos físicos, biológicos e sociais que compõem as paisagens. Em relação a BNCC, essa ferramenta promove a sensibilização e o desenvolvimento de competências ligadas ao reconhecimento de diferentes escalas geográficas, a leitura e interpretação do espaço e o engajamento socioambiental. Ao estimular a observação direta em consonância com o trabalho

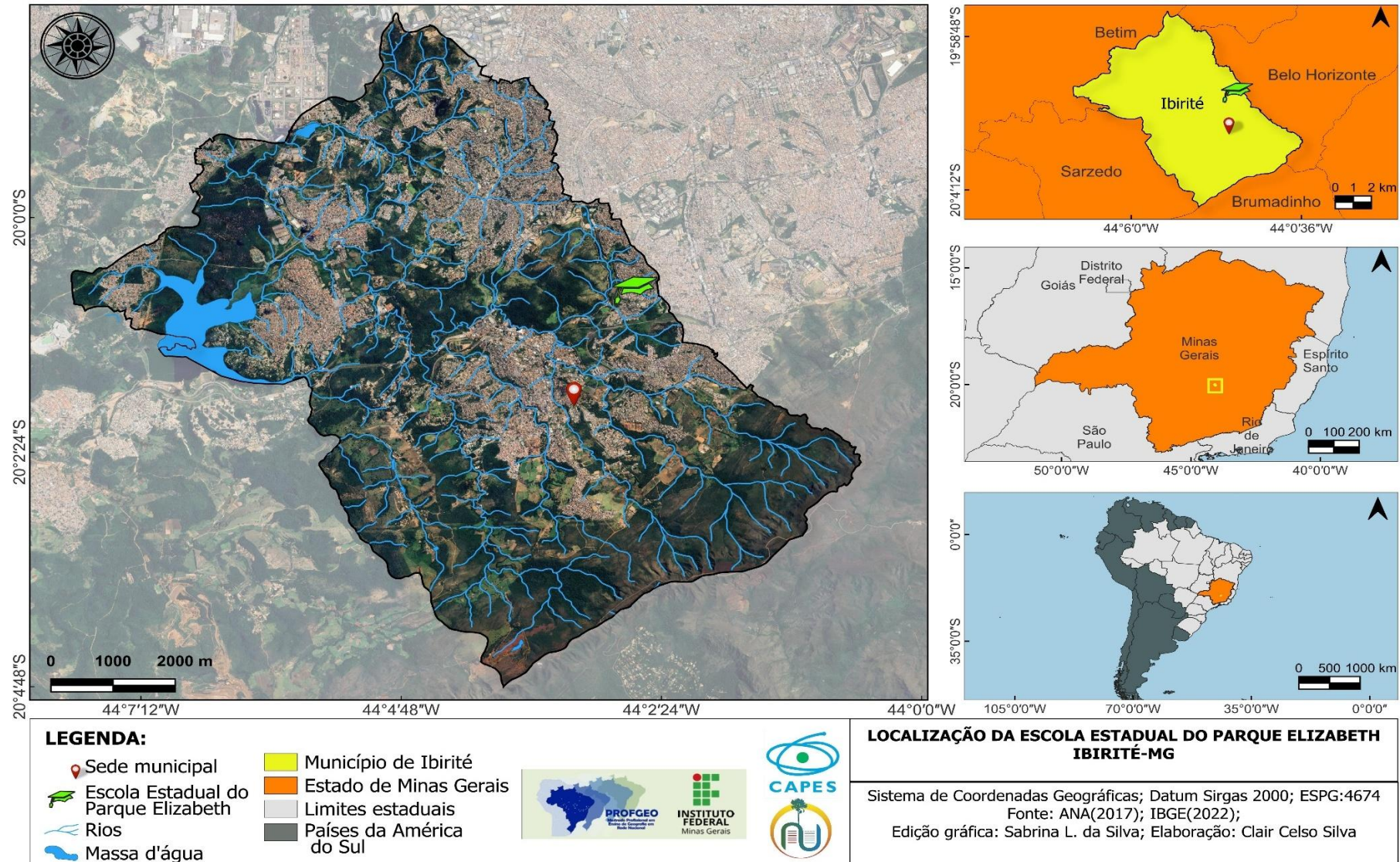
colaborativo, o PAR transforma o espaço vivido em um laboratório de aprendizagem, o que fortalece o vínculo entre a escola, território e a cidadania ambiental.

Os métodos supracitados foram analisados quanto à sua viabilidade no contexto escolar, considerando aspectos como acessibilidade, custo reduzido, alinhamento com os objetivos da BNCC e potencial para estimular práticas investigativas com enfoque socioambiental.

Dessa forma, a caracterização da área de estudo e do contexto escolar fornece os subsídios necessários para a compreensão das dinâmicas socioambientais locais e sua relação com o ensino de Geografia. Esses elementos fundamentam a elaboração da proposta didática apresentada neste trabalho, permitindo a articulação entre os aspectos físicos do território, as práticas pedagógicas e a formação crítica dos estudantes.

A partir dessa base metodológica, o capítulo seguinte apresenta as técnicas e procedimentos adotados na condução da pesquisa e na construção da Sequência Didática, detalhando os instrumentos, estratégias e encaminhamentos utilizados.

Figura 3 - Mapa Localização da Escola Estadual no "Parque Elizabeth"



Fonte: Google Earth (2024), elaborado Pelo Autor, 2024.

4. Técnicas e Procedimentos

Esta investigação foi conduzida por meio de uma abordagem qualitativa e documental, fundamentando-se em uma revisão integrativa da literatura especializada (Creswell, 2010, p. 55). O objetivo principal é examinar como a prática docente em Geografia se articula com os desafios contemporâneos da sociedade, especialmente à luz das orientações propostas pela Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2017).

Tomando como base a organização e os princípios orientadores da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), as reflexões e sugestões apresentadas neste estudo fundamentam-se em sua estrutura normativa, que orienta a elaboração das propostas curriculares das escolas brasileiras. A BNCC promove a construção de práticas pedagógicas alinhadas às competências e habilidades essenciais para a formação cidadã (Brasil, 2017), reforçando a necessidade de abordagens críticas, investigativas e contextualizadas no ensino da Geografia. Nesse sentido, destaca-se a relevância de temáticas como meio ambiente, recursos hídricos, cidadania, cartografia e pensamento geográfico, desde os anos iniciais da Educação Básica, elementos que norteiam as análises e encaminhamentos aqui propostos.

Quanto a metodologia qualitativa empregada baseia-se na premissa de que os fenômenos educacionais constituem construções sociais e simbólicas, caracterizadas por significados que surgem das experiências humanas e das interações interpessoais.

Assim, busca-se compreender a prática docente em Geografia não apenas como uma atividade técnica, mas como um fenômeno experiencial, no qual se entrelaçam saberes, valores, percepções e intencionalidades. Segundo Creswell (2010, p. 47), a pesquisa qualitativa valoriza o ponto de vista dos sujeitos, suas interpretações e sentidos atribuídos às vivências, permitindo ao pesquisador apreender a complexidade do contexto educacional.

Nesse horizonte, a presente investigação aproxima-se da perspectiva fenomenológica, na medida em que procura compreender o fenômeno da docência em Geografia a partir da experiência vivida pelos sujeitos, sem reduzi-lo a meros dados objetivos. Tal postura epistemológica remete ao princípio formulado por Husserl, segundo o qual é necessário “retornar às coisas mesmas”, isto é, abandonar

todas as construções teóricas e explicações mediatas, e dirigir-nos às próprias experiências em que as coisas se manifestam (HUSSERL, 2006, p. 47).

Nessa mesma direção, Merleau-Ponty (1999, p. 117) afirma que o corpo é o veículo do ser no mundo, e ter um corpo é, para o ser vivo, juntar-se a um meio definido, confundir-se com certos projetos e empenhar-se continuamente neles, ressaltando o caráter existencial e relacional da experiência.

Dessa forma, a fenomenologia fornece um fundamento epistemológico que orienta o olhar do pesquisador para os sentidos e significados atribuídos pelos docentes às suas práticas e aos desafios impostos pelas mudanças sociais e curriculares. Trata-se, portanto, de um movimento interpretativo que busca revelar o sentido da experiência docente diante das transformações contemporâneas e das orientações da BNCC, compreendendo não apenas *o que* se ensina e *como* se ensina, mas também como o professor de Geografia experiencia e ressignifica sua ação pedagógica em um contexto de constantes reconfigurações epistemológicas e culturais.

Assim, a revisão integrativa e a análise documental assumem aqui uma natureza interpretativa, voltada à compreensão do fenômeno educativo em sua totalidade significativa, na intersecção entre sujeito, conhecimento e mundo vivido.

O estudo bibliográfico foi guiado por categorias temáticas previamente estabelecidas, com o intuito de sistematizar os achados de maneira coerente com os objetivos da pesquisa. As categorias são: prática docente, educação ambiental, iniciação científica, cartografia escolar, metodologias simples e integração da BNCC ao ensino de Geografia. A leitura crítica dos materiais foi orientada por uma perspectiva reflexiva, voltada à identificação de estratégias inovadoras, lacunas teóricas e experiências significativas que possam enriquecer as práticas pedagógicas em Geografia (Gil, 2008).

Como resultado final desta pesquisa, foi elaborada uma proposta de Sequência Didática (SD), não aplicada, voltada ao ensino de Geografia, com ênfase na temática dos recursos hídricos, abordando a qualidade de água. Esta proposição foi construída a partir das evidências teóricas e empíricas levantadas na revisão bibliográfica, integrando metodologias investigativas, abordagens contextualizadas e as competências previstas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

No que tange à concepção e aos recursos metodológicos, o desenvolvimento da SD para o Ensino dos Recursos Hídricos e Qualidade da Água, foi planejado para

os anos finais do Ensino Fundamental (6º ao 9º), apresentando conteúdos e metodologias específicas adaptadas para cada nível de aprendizado

Os materiais utilizados na concepção incluíram documentos curriculares oficiais (BNCC), textos acadêmicos e dados geográficos. O método adotado seguiu uma abordagem qualitativa e de natureza propositiva. O produto final é composto por seis aulas de 50 minutos, número que pode ser adaptado à cada realidade escolar.

Em instrumentos e práticas investigativas o desenvolvimento da SD se daria por meio de atividades teóricas, aulas expositivas dialogada e, principalmente, práticas investigativas em trabalho de campo, como o uso de instrumentos de baixo custo e de fácil manuseio para a aferição da qualidade da água e do meio ambiente. Os instrumentos e técnicas proposto para as práticas investigativos incluem:

- ✓ Técnica do Azul de Metileno – para a detecção simplificada de material biológico, como coliformes fecais;
- ✓ Ecolit – um kit acessível para avaliação de parâmetros físico-químicos essenciais, tais como pH, oxigênio dissolvido, nitrito, nitrato, turbidez, dentre outros;
- ✓ Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) – para a realização da avaliação visual e qualitativa do estado ambiental dos corpos hídricos.

Além disso, foram propostos a utilização de uma coleção de mapas temáticos do município em questão (instrumento de contextualização), leitura e interpretação de texto, e a exibição de vídeos e documentários como recursos audiovisuais.

Ressalta-se que a Inteligência Artificial (IA) foi utilizada como recurso auxiliar na confecção do produto técnico. A IA foi utilizada como ferramenta auxiliar e não substituiu a análise crítica e os cuidados com os conteúdos nem as decisões pedagógicas do pesquisador. O uso da IA foi centrado em duas etapas específicas:

1. Exemplificação de Plano de Aula: a ferramenta (Teachy) forneceu o modelo estrutural de um plano de aula, que serviu de base para a padronização e confecção dos demais planos que compõem a SD.
2. Síntese de Textos de Apoio: A IA foi empregada na síntese e otimização dos textos de apoio que acompanham os planos de aula, visando garantir a clareza e a acessibilidade do material para os estudantes.

Quanto à articulação da proposta, de forma interdisciplinar com a BNCC, a SD está alinhada à progressão curricular dos anos finais do Ensino Fundamental articulando as áreas de Geografia e Ciências.

Em Geografia (Ciências Humanas)

- ✓ O 6º ano foca no ciclo hidrológico e no consumo local (EF06GE12).
- ✓ O 7º ano relaciona a água com os biomas brasileiros (EF07GE23).
- ✓ No 8º ano, a ênfase é ampliada para a gestão e comercialização da água na América Latina (EF08GE15).
- ✓ O 9º ano culmina com a análise dos impactos globais do uso da água na industrialização e energia (EF09GE10).

Em Ciências (Ciências da Natureza):

- ✓ O 6º ano atende à compreensão do ciclo hidrológico e sua relação com os recursos naturais (EF06CI13).
- ✓ O 7º ano explora a importância da potabilidade da água e do saneamento para a saúde pública, dialogando diretamente com as práticas de aferição (EF07CI16).
- ✓ O 8º ano aborda a relação entre os ecossistemas e a sustentabilidade ambiental, permitindo a discussão sobre a poluição hídrica (EF08CI14).
- ✓ O 9º ano propõe iniciativas de sustentabilidade relacionadas à utilização e descarte de recursos, como a água (EF09CI13).

Dessa forma, a Sequência Didática configura-se como um produto técnico de natureza propositiva, que busca contribuir para o ensino de Geografia por meio de práticas investigativas, contextualizadas e alinhadas às demandas socioambientais contemporâneas, promovendo a construção de aprendizagens significativas e o desenvolvimento da cidadania ambiental.

4.1 Discutir a prática da análise qualitativa dos recursos hídricos a partir da abordagem do conceito de bacia hidrográfica nos anos finais da Educação Básica.

A análise qualitativa dos recursos hídricos configura-se como uma área de estudo essencial para a compreensão da dinâmica ambiental e social da água, um recurso natural indispensável e limitado. Conforme Tundisi (2003), a água deve ser considerada não apenas como um recurso, mas como um elemento essencial aos processos ecológicos e sociais, cujo manejo inadequado pode gerar impactos significativos para a qualidade de vida das populações.

Ao introduzir essa prática no contexto escolar, especificamente nos anos finais do Ensino Fundamental, possibilita-se aos estudantes a apropriação de conceitos científicos e o desenvolvimento de uma postura crítica em relação às questões socioambientais que permeiam seu cotidiano.

Nesse contexto, a bacia hidrográfica, enquanto unidade de planejamento e gestão, oferece uma perspectiva integrada do território. Segundo Rebouças (2006), a compreensão da bacia como unidade de gestão é essencial, pois nela se manifesta a interdependência entre os componentes naturais e antrópicos. O estudo desse conceito em ambiente escolar permite aos estudantes compreender a complexidade das relações socioambientais e os limites da sustentabilidade frente ao modelo de ocupação do solo.

A bacia hidrográfica de Ibirité, localizada na Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH, configura-se como um estudo de caso pertinente para essa abordagem. A área é caracterizada por intensos processos de urbanização, pressões industriais e expansão demográfica, resultando em impactos significativos sobre a qualidade dos recursos hídricos. Goulart e Callisto (2003) destacam que a crescente pressão das atividades humanas tem sido a principal causa da degradação dos ecossistemas aquáticos.

Nesse cenário, o monitoramento de variáveis biológicas, físicas e químicas da água estabelece-se como ferramenta fundamental para avaliar e classificar esses impactos. O trabalho com os estudantes na análise qualitativa dessas águas, a partir da observação de parâmetros como turbidez, cor, odor e a presença de resíduos sólidos, favorece a percepção de que os problemas ambientais estão diretamente vinculados às práticas sociais.

Além disso, a bacia de Ibirité apresenta-se como um espaço privilegiado de aprendizagem por aproximar a escola da realidade local. Conforme Jacobi (2003, p.198), a educação ambiental deve ser compreendida como um processo de aprendizagem contínuo que valoriza as diversas formas de conhecimento e forma cidadãos com consciência local e planetária. A contextualização amplia a relevância dos conteúdos escolares e fortalece o papel da educação científica na formação de sujeitos críticos e participativos.

A realização de práticas investigativas no Ensino Básico mostra-se plenamente viável, na medida em que os estudantes demonstram interesse em ampliar suas aprendizagens para além do espaço tradicional da sala de aula, levantando temas e

questões que demandam dos professores aprofundamento teórico e reflexão pedagógica. Ao assumirem responsabilidades no processo investigativo, evidenciam a importância da pesquisa no ambiente escolar, contribuindo para o exercício da cidadania.

Sob a ótica pedagógica, a adoção da bacia hidrográfica como eixo estruturante das discussões contribui para o desenvolvimento de um trabalho interdisciplinar. Callai (2001, p.136,139,141) defende que a Geografia escolar deve propiciar a compreensão do território como um espaço vivido, permitindo ao aluno articular fenômenos naturais e sociais.

Nessa perspectiva, Castellar (2000) enfatiza que a aprendizagem significativa em Geografia e Ciências é fortalecida quando os conteúdos dialogam com a realidade socioambiental dos estudantes. Além disso, Cavalcanti (2012) aponta a necessidade de formar sujeitos críticos, capazes de interpretar a complexidade do espaço em sua dimensão socioambiental. Assim, as áreas de Ciências, Geografia e Matemática podem se articular de forma sinérgica: enquanto as Ciências fornecem os fundamentos para a análise qualitativa da água, a Geografia contribui com a compreensão espacial e territorial da bacia, e a Matemática auxilia na sistematização dos dados.

Portanto, a prática da análise qualitativa da água nos anos finais da Educação Básica, ancorada no estudo da bacia de Ibirité, possibilita uma reflexão sobre a responsabilidade socioambiental. Para Jacobi (2005), a educação ambiental crítica deve instigar a participação social e a corresponsabilidade no enfrentamento das problemáticas ambientais. Ao perceberem a água não apenas como um recurso, mas como um elemento estruturante da vida e da organização social, os estudantes são estimulados a construir valores de preservação e sustentabilidade. A análise qualitativa, portanto, perpassa a dimensão técnica e contribui para a formação de sujeitos conscientes e proativos em sua realidade socioambiental.

Por fim, a integração entre escola e comunidade, no contexto da bacia hidrográfica de Ibirité, amplia as possibilidades de compreensão da dinâmica socioambiental, ao promover a articulação entre conhecimento científico e realidade local. A vivência de práticas investigativas e colaborativas favorece o desenvolvimento do senso de pertencimento e da responsabilidade ambiental, estimulando o engajamento dos estudantes na gestão participativa dos recursos hídricos.

Dessa forma, ao articular o aprendizado teórico à prática, o processo educativo fortalece a formação de sujeitos críticos e atuantes, consolidando a relação entre educação, território e ação no enfrentamento das questões socioambientais contemporâneas.

4.2. Elaboração da sequência didática.

O segundo objetivo específico da pesquisa consiste na elaboração de uma sequência didática (SD) voltada ao ensino dos recursos hídricos, utilizando como referência territorial e ambiental a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Ibité, situada no município de Ibité-MG. A proposta foi construída de forma alinhada às competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para os componentes de Geografia e Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental, privilegiando o desenvolvimento de competências críticas, reflexivas e voltadas ao protagonismo dos estudantes.

Elaborar uma prática docente fundamentada no ensino por investigação requer que o professor, assim como o aluno, atue de forma proativa na escolha da situação geográfica, na seleção dos materiais que servirão como linguagens para a construção da sequência didática e na condução das atividades em sala de aula.

Essa perspectiva fundamenta-se na compreensão de que o ensino de Geografia, em muitas escolas, ainda se encontra pautado na descrição e na transmissão de fatos, fenômenos e elementos espaciais de maneira fragmentada e desvinculada do contexto geográfico (Silveira, 1999). O livro didático, por sua vez, frequentemente assume o papel de currículo predominante, sendo seguido de forma linear e pouco flexível, com limitada articulação com o cotidiano e com os conhecimentos prévios dos estudantes, o que restringe as possibilidades de investigação e reflexão (Roque Ascensão; Valadão, 2014).

A sequência didática foi estruturada em três atividades pedagógicas principais, organizadas de forma sequencial e intencional, com base em princípios de planejamento educacional, contextualização e interdisciplinaridade. Ao longo das atividades, buscou-se articular os conteúdos geográficos e científicos ao cotidiano dos estudantes, utilizando diferentes recursos — como mapas temáticos do Brasil e do município, imagens, tecnologias digitais, instrumentos de análise da qualidade da

água, atividades de campo e rodas de conversa — com o intuito de aproximar o saber escolar das realidades locais vivenciadas pelos discentes.

Dessa forma, a sequência didática proposta não se restringe à organização de atividades pedagógicas, mas busca contribuir para a reflexão sobre as práticas de ensino de Geografia, especialmente no que se refere à superação de abordagens fragmentadas e pouco contextualizadas.

Ao incorporar o ensino por investigação e a realidade socioambiental dos estudantes como elementos centrais, a proposta favorece a construção de uma aprendizagem mais significativa, estimulando o desenvolvimento do pensamento crítico e a compreensão das dinâmicas relacionadas aos recursos hídricos. Nesse sentido, espera-se que os estudantes ampliem sua capacidade de análise e atuação diante das questões ambientais presentes em seu cotidiano.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. A Prática da Análise Qualitativa dos Recursos Hídricos nos Anos Finais da Educação Básica

Os recursos hídricos constituem um tema amplo e interdisciplinar, podendo ser abordado sob diversas perspectivas científicas. No entanto, a educação para a água, predominante no ambiente escolar brasileiro, ainda enfrenta o desafio da fragmentação do conhecimento, o que dificulta uma análise integrada de problemas reais e compromete a articulação entre conceitos, procedimentos e atitudes nas diferentes disciplinas. Nesse contexto, a proposta de sequência didática elaborada nesta pesquisa evidencia a possibilidade de superação dessa fragmentação ao articular conteúdos de Geografia e Ciências a partir da análise qualitativa dos recursos hídricos, tomando como referência a realidade local dos estudantes.

Nesse sentido, Freire (1996, p. 25) destaca que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender”. Essa reflexão se materializa na proposta apresentada, na medida em que o ensino por investigação permite que os estudantes assumam um papel ativo no processo de aprendizagem, construindo conhecimentos a partir da observação, da análise e da problematização de seu próprio contexto socioambiental.

Diversos estudos apontam que a abordagem interdisciplinar é uma alternativa eficaz para enfrentar essa fragmentação. Mendes *et al.* (2018) desenvolveram oficinas de educação ambiental voltadas à preservação da água, utilizando “técnicas pedagógicas interdisciplinares”, o que resultou em maior engajamento dos estudantes. De forma convergente, a sequência didática proposta dialoga com essa perspectiva ao integrar diferentes áreas do conhecimento, favorecendo a compreensão das relações entre sociedade e natureza. Dias (2010) complementa que tais abordagens contribuem significativamente para o entendimento dos conceitos relacionados aos recursos hídricos, favorecendo a construção de valores sociais, habilidades e atitudes sustentáveis — aspecto que também é potencializado pelas atividades investigativas sugeridas neste estudo.

No contexto normativo, as diretrizes educacionais brasileiras, expressas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), contemplam a temática dos recursos

hídricos nas áreas de Geografia e Ciências da Natureza. Para a Geografia, a BNCC (2018, p. 399) enfatiza a importância de compreender “a dinâmica dos ciclos naturais, a importância da água e sua relação com as atividades humanas, bem como os desafios da gestão integrada dos recursos hídricos”. Já nas Ciências da Natureza, orienta que os estudantes devem analisar “os impactos das atividades humanas sobre os ecossistemas aquáticos e a importância da conservação da água para a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos” (BNCC, 2018).

Nesse sentido, a sequência didática proposta evidencia sua consonância com essas diretrizes ao promover atividades que articulam teoria e prática, permitindo que os estudantes compreendam os recursos hídricos não apenas como conteúdo escolar, mas como elemento estruturante da dinâmica socioambiental.

Essa abordagem está alinhada à Lei nº 9.433/1997, conhecida como Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), que institui princípios como o reconhecimento da água como bem público e a necessidade de gestão participativa. A proposta apresentada contribui para essa formação ao estimular o desenvolvimento de uma consciência crítica e participativa, ainda que em nível formativo, aproximando os estudantes dos princípios de gestão e conservação da água. Contudo, a efetivação dessas diretrizes no contexto escolar ainda enfrenta desafios, como a formação docente e a incorporação do conceito de bacia hidrográfica como unidade de análise.

Nesse aspecto, a adoção da bacia hidrográfica como eixo estruturante da sequência didática permite compreender o território como um sistema complexo, no qual se inter-relacionam processos físicos, biológicos e sociais. Pontuschka *et al.* (2007) ressaltam a importância dessa abordagem integrada, o que se confirma na proposta ao possibilitar a análise de variáveis ambientais a partir do espaço vivido. Essa perspectiva torna-se ainda mais relevante diante das restrições crescentes à disponibilidade de água de qualidade (Cunha; Calijuri, 2010), especialmente em contextos urbanos como o de Ibirité.

Entretanto, Batista (2013) adverte que os livros didáticos frequentemente desconsideram especificidades regionais, o que limita a formação crítica dos estudantes. Nesse sentido, a proposta desta pesquisa contribui ao valorizar a realidade local como ponto de partida para o ensino, rompendo com a lógica de um currículo descontextualizado e aproximando o conteúdo escolar da vivência dos alunos.

Pesquisas de Bortolozzi (1997), Gardel (2009) e Lucatto (2005) evidenciam que a formação docente ainda reflete uma visão fragmentada e conservacionista da Educação Ambiental. A proposta aqui apresentada dialoga com essas críticas ao incorporar práticas investigativas que ultrapassam ações pontuais, promovendo uma abordagem mais crítica e integrada das questões ambientais. Lucatto (2005) ressalta a importância das atividades interdisciplinares nesse processo, o que se evidencia na estrutura da sequência didática.

Além disso, a BNCC estrutura-se sobre competências que integram conhecimentos, habilidades e atitudes, destacando a importância da sustentabilidade na formação escolar. A proposta analisada reforça essa perspectiva ao promover a análise dos recursos hídricos em diferentes escalas, incentivando a identificação de problemas locais e a reflexão sobre suas implicações mais amplas.

Apesar desses avanços, autores como Maciel e Uhmman (2023) apontam que a abordagem da educação ambiental ainda é superficial em muitos contextos escolares. Nesse cenário, a sequência didática proposta contribui ao aprofundar essa discussão por meio de práticas investigativas, aproximando o estudante da realidade concreta e favorecendo a construção de uma compreensão mais crítica.

Outro ponto relevante refere-se à formação docente. Aquino e Iared (2023) e Reis *et al.* (2022) destacam a ausência de programas de capacitação continuada voltados às temáticas ambientais, o que limita a inovação pedagógica. Nesse contexto, a proposta também se apresenta como um instrumento de apoio ao professor, ao oferecer caminhos metodológicos viáveis, acessíveis e contextualizados para o trabalho com recursos hídricos.

Em síntese, a análise da prática da investigação qualitativa dos recursos hídricos, articulada ao conceito de bacia hidrográfica e à realidade local, evidencia o potencial da proposta didática para superar abordagens fragmentadas no ensino de Geografia. Ao integrar conteúdos, metodologias investigativas e o espaço vivido pelos estudantes, a sequência didática contribui para a construção de uma aprendizagem significativa e contextualizada. Nesse sentido, a proposta reforça a importância de práticas pedagógicas que promovam a reflexão crítica, a participação ativa e o desenvolvimento de uma consciência socioambiental comprometida com a sustentabilidade.

5.2 Sequência Didática

A sequência didática (SD) constitui-se como uma estratégia metodológica que possibilita organizar o processo de ensino-aprendizagem de forma estruturada, progressiva e orientada à resolução de problemas ou à construção aprofundada de conhecimentos. Sua eficácia decorre da articulação entre planejamento, execução e avaliação de um conjunto de atividades inter-relacionadas ao longo de um determinado período (Machado *et al.*, 2022).

No contexto desta pesquisa, a SD não é apenas compreendida como um instrumento metodológico, mas como produto técnico-pedagógico central, elaborado com o objetivo de contribuir para a superação das limitações identificadas no ensino dos recursos hídricos. Dessa forma, sua construção responde diretamente à necessidade de promover práticas investigativas, contextualizadas e alinhadas à realidade socioambiental dos estudantes, especialmente no âmbito da bacia hidrográfica de Ibirité.

Nessa perspectiva, a sequência didática permite articular teoria e prática, ao favorecer a problematização da realidade e a construção do conhecimento no próprio espaço de vivência dos alunos. Conforme Bazhuni *et al.* (2021), essa metodologia contribui para a reflexão sobre os conteúdos e para a tomada de decisões fundamentadas, aspecto que, nesta investigação, se materializa na análise qualitativa da água e na compreensão das dinâmicas socioambientais locais.

A estrutura da SD segue uma organização didática composta por etapas interdependentes. Inicialmente, ocorre a apresentação da proposta, momento em que o professor introduz o tema e mobiliza o interesse dos estudantes. Em seguida, a produção inicial permite identificar conhecimentos prévios e possíveis lacunas. Posteriormente, desenvolvem-se os módulos, nos quais são realizadas atividades investigativas, experimentais e reflexivas. Por fim, a produção final possibilita avaliar a aprendizagem construída ao longo do processo (Machado *et al.*, 2022; Rocha, 2023).

No entanto, mais do que seguir uma estrutura formal, a SD proposta nesta dissertação se destaca por incorporar o ensino por investigação como eixo metodológico. Isso implica compreender que tanto o professor quanto o aluno assumem papéis ativos no processo educativo, desde a escolha da problemática até a interpretação dos resultados. Essa abordagem rompe com práticas tradicionais

ainda presentes no ensino de Geografia, marcadas pela fragmentação e pela simples transmissão de conteúdos (Silveira, 1999), bem como pela centralidade do livro didático como currículo rígido e pouco contextualizado (Roque Ascensão; Valadão, 2014).

Assim, a sequência didática elaborada foi estruturada em atividades que articulam diferentes linguagens e recursos — como mapas temáticos, instrumentos de análise da qualidade da água, atividades de campo, tecnologias digitais e discussões coletivas — possibilitando a integração entre o conhecimento científico e a realidade vivida pelos estudantes. Essa articulação evidencia que a aprendizagem se torna mais significativa quando os conteúdos dialogam diretamente com o território e com as experiências dos sujeitos.

Outro aspecto relevante é que a SD valoriza o protagonismo discente, na medida em que estimula a participação ativa, a autonomia e o desenvolvimento de habilidades investigativas. Conforme Bazhuni *et al.* (2023), a organização sequencial das atividades favorece a progressão do conhecimento e permite ao aluno assumir um papel central na construção da aprendizagem, aspecto que se mostra essencial para a formação de sujeitos críticos e conscientes.

Além disso, a proposta encontra-se alinhada às competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o que garante sua inserção no contexto das políticas educacionais brasileiras. Esse alinhamento não se limita a um cumprimento normativo, mas contribui para que os conteúdos sejam trabalhados de forma integrada, contextualizada e orientada ao desenvolvimento de competências socioambientais (Brasil, 2018).

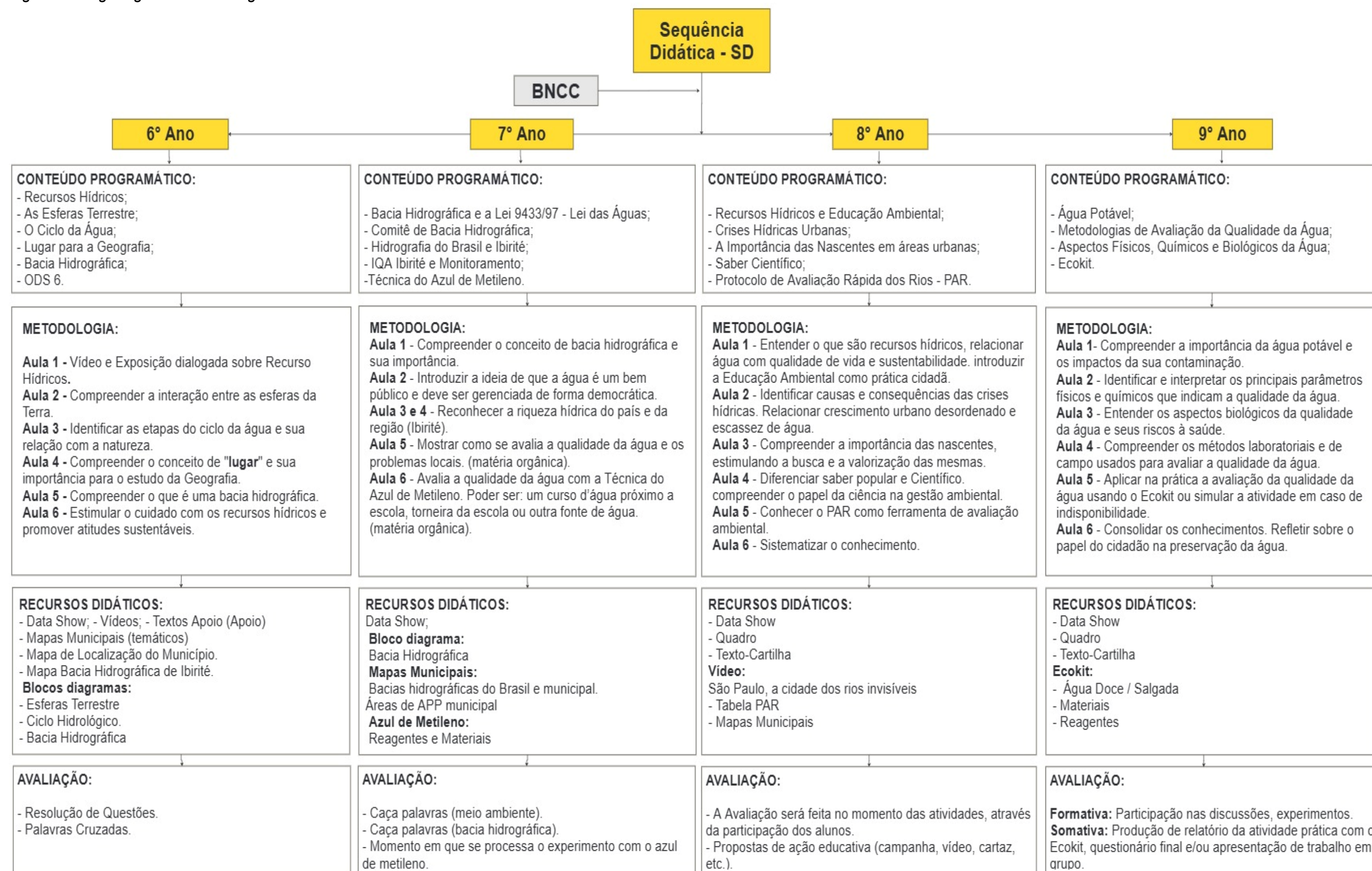
Nesse sentido, a SD evidencia que é possível articular o ensino de Geografia e Ciências por meio de uma abordagem interdisciplinar, na qual os recursos hídricos são compreendidos em sua complexidade. A utilização de metodologias investigativas e instrumentos de análise ambiental permite aos estudantes compreenderem não apenas os aspectos físicos da água, mas também suas relações sociais, econômicas e territoriais.

Por fim, a sequência didática, na perspectiva da ciência geográfica, estabelece um diálogo entre escola, território e comunidade, ampliando o espaço de aprendizagem para além da sala de aula. Ao trabalhar com a realidade local — especialmente a bacia hidrográfica de Ibirité — a proposta fortalece o vínculo dos estudantes com o meio em que vivem, contribuindo para a formação de uma

consciência crítica e para o desenvolvimento de práticas voltadas à sustentabilidade e à cidadania ambiental.

Assim, as atividades foram realizadas e distribuídas conforme organograma apresentado na figura 4.

Figura 4 - Organograma Metodológico: 6º ao 9º Anos



Fonte: Elaborado pelo Autor - 2025

5.2.1 Primeira Sequência – Aulas Teóricas

Com o objetivo de promover o ensino e a aprendizagem sobre os recursos hídricos no ambiente escolar, propomos uma abordagem metodológica que seja tanto interdisciplinar quanto participativa. Nesse contexto, Callai (2000) destaca que, diante de toda a complexidade do tema, é fundamental ter uma abordagem interdisciplinar no currículo de Geografia, para compreender melhor os recursos hídricos e suas dimensões ambientais, sociais e econômicas. Essa ideia reforça a importância de envolver diferentes áreas do conhecimento na formação dos estudantes.

Por sua vez, Cavalcanti (2002) acrescenta que trabalhar com água exige uma conexão entre os conhecimentos de Geografia Física e Humana, buscando uma educação mais integrada e participativa.

Ambas as autoras concordam que é essencial um ensino que vá além das fronteiras disciplinares, permitindo que os alunos desenvolvam uma visão crítica sobre o uso da água. Isso envolve observar as dinâmicas relacionadas aos recursos hídricos no espaço físico, social e local onde vivem, ampliando esse olhar para o contexto global.

Assim, fica claro que precisamos de uma abordagem pedagógica que ultrapasse as limitações das disciplinas tradicionais, ajudando os estudantes a entenderem de forma crítica as disputas, os usos e as transformações envolvendo os recursos hídricos tanto em suas realidades locais quanto no cenário mundial.

Para fortalecer essa temática na Educação Básica, vamos utilizar estratégias ativas de aprendizagem, como cartografia local e nacional, trabalhos de campo e recursos tecnológicos voltados ao ambiente escolar.

Para **6º Ano**, abordará alguns aspectos básicos para que os alunos percebam como a água é importante em nossas vidas e em escala global. Vamos aprender o que significa recursos hídricos – que se refere a toda a água que temos disponível na natureza (rios, lagos, aquíferos e até mesmo a água que circula na atmosfera). Assim, ficará claro por que é necessário cuidar e usar a água com cuidado.

Os alunos irão aprofundar-se no estudo das esferas da Terra, os principais componentes que formam nosso planeta: a atmosfera (camada de ar), hidrosfera (todas as águas), litosfera (parte sólida como as rochas), biosfera (tudo que tem vida) e pedosfera (a camada solo). Vamos aprender como essas esferas interagem e como

a água se move de uma esfera para outra ao passar pelo ciclo da água, incluindo processos como evaporação, condensação e precipitação.

Além disso, os alunos refletirão sobre o conceito de lugar na Geografia, que "lugar" é o espaço onde vivemos, estudamos, socializamos e nos relacionamos uns com os outros. Nessa perspectiva, trabalharemos com a análise da bacia hidrográfica de Ibirité, um exemplo próximo à realidade para que os alunos vejam de onde vem a água da cidade, como é usada e quais cuidados ela demanda.

Finalmente, com base nesses aprendizados, convidar os alunos a serem Guardiões da Água, comprometidos com a gestão e cuidado dos recursos hídricos, praticando comportamentos sustentáveis nas escolas e lares e desenvolvendo a sensibilização comunitária. Sugestões de ações práticas, como campanhas, cartazes, atividades em grupo e projetos interdisciplinares, todos baseados na participação ativa dos alunos no exercício da cidadania.

A proposta relaciona-se às habilidades da BNCC ao trabalhar a importância e a dinâmica dos recursos hídricos, ciclo da água, as paisagens, o conceito de lugar e as questões socioambientais (EF06GE01 a EF06GE07), além de dialogar com habilidades de Ciências sobre a água na natureza e sua preservação (EF06CI02, EF06CI09, EF06CI10). Também mobiliza competências gerais como pensamento crítico, responsabilidade socioambiental, uso de tecnologias e participação cidadã. Esse sequencia didática está diretamente ligada aos objetivos da BNCC, que além de ensinar Geografia, incentiva valores como responsabilidade, preservação ambiental e engajamento social.

Para o 7º ano - Levará os mesmo a investigar os recursos hídricos, a fim de compreender e definir seu tema a partir de questões ambientais e de cidadania, bem como orientar o conhecimento nas geociências. Isso incluirá uma bacia hidrográfica, definida pela área drenada para um rio principal, seus afluentes e sub afluentes. Assim, os alunos identificarão, no mapa, a localização das fontes de água da cidade de Ibirité, essas observações, levará aos alunos entenderem a vocação de seu município, como produtor de água percebendo-o como espaço estratégico para abastecimento de água para a própria localidade assim como para Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH.

A Lei nº 9.433/97, também conhecida como Lei das Águas, será apresentada como marco da Política Nacional de Recursos Hídricos, destacando a interpretação da água como um bem econômico de domínio público, cujo direito de uso é limitado.

Essa discussão permitirá compreender a função dos comitês de bacia hidrográfica como fóruns de participação democrática, nos quais representantes da sociedade civil, autoridades públicas e usuários assumem responsabilidades sobre todas as regiões.

Com base nesses conceitos, os alunos serão convidados a observar a hidrografia do Brasil, listando as principais bacias hidrográficas brasileiras e, em seguida, direcionando o olhar para uma escala menor: a análise da hidrografia de Ibirité — seus córregos, nascentes e Áreas de Preservação Permanente (APP). Nesse contexto, haverá um destaque especial para o Parque Estadual da Serra do Rola-Moça (PESRM), localizado em uma APP e que abriga nascentes essenciais para o abastecimento de água da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

O módulo será concluído com o estudo do Índice de Qualidade da Água (IQA), ferramenta que permite avaliar a condição da água. Com base em dados reais ou simulados, os alunos acompanharão o monitoramento local da água em Ibirité, por meio de mapas, observando como a poluição e o uso inadequado impactam a conservação. Esse processo favorece o desenvolvimento de habilidades críticas e reflexivas sobre o espaço em que vivem, além de estimular o reconhecimento do patrimônio natural, formando cidadãos críticos e atuantes na defesa do meio ambiente, uma proposta alinhada às diretrizes da BNCC e da Educação Ambiental.

Por fim, faremos uma aula prática com a Técnica do Azul de Metileno um experimento fácil e simples de análise de qualidade da água que nos permite visualizar matéria orgânica – coliformes fecais. E essa prática trará o conteúdo muito mais próximo da experiência e acenderá o entusiasmo dos alunos pela observação e investigação científica.

Em relação aos alunos do **8º ano**, terá como objetivo a criação de um roteiro pedagógico, visando integrar conceitos para a compreensão dos temas ambientais, integrando teoria e prática. Os alunos serão chamados a pensar nos elementos naturais e artificiais, sejam sociais, culturais ou econômicos, que fazem parte da vida dos seres humanos e de outros seres vivos.

Primeiro, falaremos sobre o que é – meio ambiente -, enfatizando seu papel na preservação da vida e das condições de vida colocadas para cidades e comunidades. A partir desse ponto, estudaremos a Lei nº 6.938/1981, de 31 de agosto, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente, pois essa lei é básica, também, ao tratar das principais ferramentas de proteção ambiental no Brasil, como licenciamento, avaliação

de impacto ambiental e controle da poluição. Essa política ensinará às crianças que é um desenvolvimento econômico com perspectiva de proteção ambiental, que visa sustentar os recursos naturais para as gerações atuais e futuras.

Em seguida, aprenderemos sobre a Resolução CONAMA nº 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e estabelece padrões de qualidade ambiental no Brasil. Essa resolução padrão é para entender a classificação de rios e lagos por sua capacidade de utilização (água potável, recreação, irrigação). Aproximando esse conhecimento do contexto local, será mostrado o Índice de Qualidade da Água (IQA) dos cursos d'água da bacia do ribeirão Ibirité e do rio Paraopeba, de forma que possamos entender como a qualidade é medida, como oxigênio dissolvido, pH, turbidez, entre outros.

Os alunos poderão analisar dados reais, refletindo sobre os impactos da ação humana nesses cursos d'água com outra bacia no estado de Minas Gerais (Brasil) relacionada à realidade da Região Metropolitana de MG. Aqui é onde o Conhecimento Científico será trabalhado de forma pragmática e acessível, com atividades que visam desenvolver nossa visão crítica, investigativa do meio ambiente. Uma das ferramentas que usaremos é o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), ferramenta com uma metodologia simples e prática para registrar a qualidade ambiental de seções de rios ou córregos. Indicadores secundários: o PAR avaliará fatores locais, como a vegetação ripária (vegetação ao redor do curso d'água), se há lixo, a cor da água, entre outros aspectos.

Vamos fomentar discussões, leituras, experimentos de campo e análise de dados ao longo das aulas, incentivando o pensamento crítico, o protagonismo juvenil e o exercício da cidadania ambiental. Ao utilizá-los, os alunos aprenderão a importância de cuidar dos recursos naturais, ganharão uma mentalidade consciente e serão capazes de reconhecer que todos têm seu papel na construção de um futuro sustentável.

Recursos Hídricos e Educação Ambiental é o tema escolhido para o trabalho a ser desenvolvido com os alunos do **9º ano**. A proposta pedagógica se inicia abordando a água como elemento indispensável da vida para, em seguida, analisar como ela se relaciona com os espaços urbanos que habitamos. Serão discutidos os problemas que as cidades enfrentam, como o desperdício, a poluição e a escassez de água, levando à compreensão da Crise Urbana da Água – um fenômeno que ocorre quando

problemas no abastecimento afetam drasticamente a rotina de uma população ou área.

O estudo também examinará as nascentes urbanas do nosso município, fontes de água muitas vezes escondidas, mas críticas para sustentar rios e córregos. Os alunos aprenderão a reconhecer a imensa importância ecológica dessas nascentes e discutirão os impactos decorrentes de sua degradação.

Essa investigação, espera-se, irá encorajá-los a refletir sobre como o conhecimento científico pode ser um instrumento potente de preservação para a natureza circundante. Esse aprendizado e progresso ocorrerão através de aulas dialogadas, atividades em grupo, experiências de visitas a campo (caso haja possibilidade) e registros em diário de bordo.

A ideia central é que seja possível entender as questões ambientais e nos vemos como atores de soluções, praticando a sensibilização e a conscientização em relação ao uso da água. Em seguida, os alunos serão convidados a refletir e investigar a questão da qualidade da água.

A proposta será desenvolvida com atividades que facilitem a compreensão dos aspectos físicos, químicos e biológicos da água, essenciais para definir sua potabilidade (adequação para consumo humano). Para começar, os alunos aprenderão a avaliar a qualidade da água, o que é analisado e a relevância de cada parâmetro.

As discussões iniciais focarão em questões como cor, turbidez e odor, bem como a verificação da presença de substâncias químicas (como cloro, nitratos ou metais pesados) e a detecção de microrganismos patogênicos.

Posteriormente, abordaremos a noção de água potável, conectando-a à saúde pública e aos direitos de saneamento básico e às questões enfrentadas por comunidades específicas. Os alunos aplicarão o aprendizado através de uma série de atividades práticas usando o **Ecokit**, um kit com ferramentas científicas que permite testes básicos de qualidade da água.

Trabalhando em grupos, eles analisarão amostras de várias fontes (água da torneira, cursos d'água, poços, dentre outros), usando o conhecimento adquirido para interpretar os resultados. Serão incentivados o trabalho em equipe, a descoberta e a formação de uma atitude mais criticamente construtiva em relação à água.

Ao longo do processo, haverá momentos de registro, debate e apresentação de resultados, visando a construção coletiva de conhecimento e competências

previstas pela BNCC, como visualização de dados, argumentação a partir de fatos e evidências, valorização da ciência e engajamento cidadão para a preservação da água.

5.2.2 Materiais Utilizados

O **Ecokit** para medição da qualidade da água é um conjunto portátil que inclui frascos, reagentes e outros materiais necessários para realizar análises físico-químicas da água. O kit vem acompanhado de um folheto fornecido pelo fabricante, ALFAKIT^(R), que explica como utilizá-lo e destaca a relevância ambiental das variáveis analisadas. Nesta pesquisa, utilizamos o kit água salgada/doce, com capacidade de análises do pH, Oxigênio dissolvido, Coliformes totais e *E. Coli* (Colipaper), Ortofosfato, Nitrito, Nitrato, Amônia, Nitrogênio Total Mineral, Turbidez, Temperatura e Sólidos sedimentáveis. Essa ferramenta de análise e monitoramento da qualidade da água determina várias variáveis físico-químicas com um nível de precisão aceitável.

Cabe aqui destacar, que para os coliformes totais e fecais, o método apresentado pelo Ecokit e o COLIPAPER, kit microbiológico que proporciona uma solução eficaz e conveniente para a detecção simultânea de *E. coli* e coliformes totais em meios de cultura utilizando DIPSLIDE de papel, que por sua vez, podem ser definidos como paddles plásticos revestidos com ágar pronto para uso, aplicados em líquidos ou superfícies para monitoramento microbiológico (Dip-Slides.com,2025). Após incubação, as colônias são comparadas a uma escala de densidade bacteriana expressa em UFC/mL (legionella control international, 2025). Este deve ser exposto a uma temperatura (cartela) em estufa entre 36°C e 37°C, por um período de 18 horas. Para escolas onde não há um laboratório, apresentamos em ANEXO, um modelo e o passo a passo de uma estufa, feita com caixa de papelão.

Para o método do **Azul de Metileno**: Solução padrão de azul de metileno a 1%. O Azul de Metileno (AM) pode servir como um indicador da qualidade da água em rios e córregos, especialmente em relação à contaminação por substâncias orgânicas. Quando adicionado à água, o AM assume uma coloração azul escura; no entanto, se essa coloração desaparecer, é sinal de que uma reação química está ocorrendo. Em amostras que contêm uma quantidade significativa de material orgânico, essa reação acontece rapidamente devido à atuação das bactérias que promovem a

decomposição. Como resultado, a água apresentar diferentes tonalidades de azul ou até se tornar transparente, dependendo da concentração de material orgânico.

A relação entre a intensidade da descoloração da amostra de água e o tempo necessário para que isso ocorra atua como um indicador do nível de poluição. Em termos práticos, uma descoloração mais rápida sugere um maior grau de poluição. Caso a coloração da amostra permaneça inalterada (azul escura) por até 120 horas, isso indica que a água está limpa, sem uma quantidade excessiva de material orgânico que possa levar à eutrofização³ do corpo d'água em questão.

Para classificar a água como limpa ou poluída, é necessário desenvolver uma escala que represente os diferentes tons de azul observados na figura 5.

Figura 5 - Escala de Cores Qualidade da Água

ESCALA	Índice de poluição da água
	ÁGUA LIMPA
	BAIXA
	MÉDIA
	ALTA
	MÁXIMA

Fonte: Monteiro; Viadana, 2009

Quanto aos materiais para a aplicação e análise da técnica do AM, será necessário frasco de Azul de Metileno 1000 ml ou menor 30 ml, seringas de 60 ml com cateter (tampa plástica de vedação da seringa), seringas de 1 ml ou pipeta de Pasteur de 1 ml e frascos estéreis para coleta de amostras, estes podem ser garrafas em água mineral de 500 ml - Caso queira, as amostras coletadas podem ser feitas com as próprias seringas de 60 ml -, luvas descartáveis e recipiente (tipo caixa de isopor) para armazenamento e guarda do experimento, uma vez que o mesmo, não poderá ser exposto a luminosidade.

³ Eutrofização é um fenômeno ambiental que ocorre quando um corpo d'água — como lagoas, rios, represas, córregos e zonas costeiras — recebe uma quantidade excessiva de nutrientes, principalmente nitrogênio (azoto) e fósforo, levando a um desequilíbrio ecológico e à deterioração da qualidade da água

Quanto ao **PAR's**: Protocolos de Avaliação Rápida (PAR) recomenda-se empregar uma tabela modelo baseada nos parâmetros estabelecidos e modificados pelo Professor Callisto *et al.*, (2002) Essa tabela apresenta flexibilidade e adaptabilidade a diversas regiões e contextos, facilitando a avaliação de cada parâmetro por meio de um sistema de classificação (normalmente variando de 0 a 4 ou 0 a 5), em que valores elevando (somatório) significam melhores condições ambientais.

Os PAR's servem como instrumentos eficazes para a análise qualitativas não apenas dos rios, mas também dos ecossistemas nos quais eles estão inseridos. Eles incluem listas de verificação (checklists) que avaliam parâmetros específicos e geram uma pontuação que reflete o estado de conservação dos cursos d'água. Essa metodologia permite a identificação imediata de locais que necessitam de intervenções, preservação ou restauração. Além disso, a luz da diversidade ecológica inerente aos ecossistemas fluviais, os protocolos podem ser adaptados para se alinharem às características locais, como o tipo de vegetação, clima, solo, topografia e pressões antropogênicas, garantindo assim maior precisão na avaliação.

Uma vantagem importante dos PAR's está na facilidade de aplicação e utilização no campo. O protocolo foi concebido para agilizar a avaliação ambiental de qualquer ecossistema, dando procedência às dimensões qualitativas. A análise é baseada nas observações visuais do pesquisador, que, com treinamento adequado, consegue identificar as características fundamentais da área estudada. Consequentemente, mesmo indivíduos sem especialização em ecologia ou análise ambiental podem aplicar o protocolo, sem depender exclusivamente de especialistas, conforme evidenciado pela pesquisa conduzida para Callisto *et al.* (2002).

Além disso, os PAR's facilitam a síntese de um índice ambiental, calculado a partir da agregação ou ponderação das pontuações atribuídas a cada parâmetro. Esse índice gera uma pontuação singular que simplifica a comparação entre locais diferentes ou o monitoramento temporal das flutuações ambientais. A padronização da pontuação, juntamente com a possibilidade das adaptações aos contextos regionais, torna o protocolo uma ferramenta pragmática e robusta para pesquisadores e gestores ambientais, bem como todo o conjunto de pessoas responsáveis pelas tomadas de decisões.

5.2.3. Procedimentos Metodológicos

A coleta das amostras de água constitui uma das fases fundamentais na avaliação da qualidade da água e deve seguir os protocolos estabelecidos para garantir a representatividade e a confiabilidade dos resultados.

O processo inicia-se com o planejamento, que envolve a definição dos pontos de coleta, a preparação de materiais e reagentes adequados e o registro das informações em fichas de campo. Os frascos utilizados variam conforme o tipo de análise, podendo ser de vidro ou polietileno, estéreis ou tratados, com preservativos químicos, quando necessário.

Para coletar águas superficiais, como rios e reservatórios, deve-se pegar a amostra a favor da corrente, 20 a 30 cm abaixo da superfície, evitando áreas de remanso e contato com a camada superficial. Em águas de abastecimento, recomenda-se deixar a torneira aberta por alguns minutos antes da coleta, e a boca da torneira deve ser desinfetada previamente em análises microbiológicas. Em cisternas, a amostra deve ser retirada da parte intermediária da coluna de água, evitando a camada superficial, que pode estar contaminada por poeira ou material suspenso, e o fundo, onde há sedimentos acumulados. Nesse momento, também é possível medir a temperatura da água com um termômetro digital ou analógico.

Após a coleta, as amostras devem ser preservadas por meio de refrigeração a aproximadamente 4 °C e, quando necessário, com adição de conservantes específicos, como ácido nítrico para metais, ácido sulfúrico para nutrientes ou tiosulfato de sódio para neutralização do cloro residual. A escolha do preservativo e o tempo máximo entre coleta e análise dependem do parâmetro investigado, sendo usualmente de até 24 horas para microbiologia, sete dias para compostos voláteis e até seis meses para metais acidificados.

Cada amostra deve ser devidamente identificada e acompanhada de ficha de campo contendo informações sobre o ponto de coleta, data, hora, condições climáticas e observações visuais relevantes, como cor, odor, presença de espuma ou sólidos em suspensão. O transporte até o laboratório (sala de aula) deve ser feito rapidamente, em caixas térmicas com gelo reciclável, garantindo que a temperatura seja mantida próxima de 4 °C.

Esses protocolos seguem as diretrizes estabelecidas pelo Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da CETESB, de acordo com as normas da ABNT

e em consonância com critérios internacionais, respeitando a integridade das amostras e garantindo a confiabilidade das análises subsequentes.

Para o ECOKIT, cada parâmetro será analisado conforme instruções do fabricante, a exemplos, demonstrados nas figuras 6 e figura 7.

Figura 6 - pH

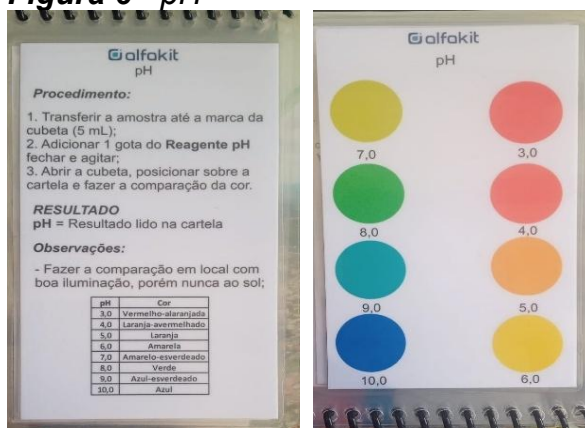
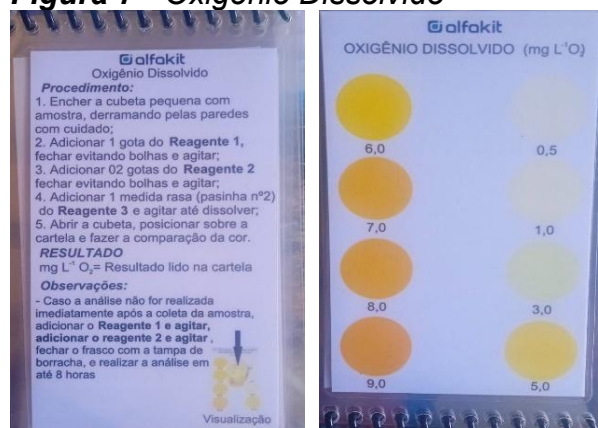


Figura 7 - Oxigênio Dissolvido



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2025.

Para a análise dos coliformes, o kit microbiológico, oferece uma solução prática e eficiente para a detecção simultânea de *Escherichia coli* (*E. coli*) e coliformes totais em amostras diversas. A análise é realizada em meios de cultura utilizando lâminas de papel porosas, permitindo a aplicação em água, superfícies, vegetais, leite, rios, piscinas, entre outros. Para obter resultados precisos e confiáveis, siga as instruções a seguir:

Preparação: 1. Abra o lacre do pacote cuidadosamente, evitando puxar as extremidades para preservar a integridade do fecho.

Manuseio da Lâmina Microbiológica: 1. Remova a lâmina microbiológica do pacote, tocando apenas na área superior delimitada pelo picote. 2. Mergulhe a lâmina na amostra até a linha do picote, assegurando que todo o papel seja umedecido. 3. Remoção do Excesso: Retire a lâmina da amostra e remova o excesso de líquido, sacudindo-a suavemente. 4. Incubação: Recoloque a lâmina no pacote e separe a parte superior marcada pelo picote, evitando contato com a área restante.

Incubação: 1. Leve a lâmina à estufa e mantenha-a em incubação por 18 horas, a uma temperatura entre 36°C e 37°C. 2. Caso a coleta seja realizada em campo, mantenha a lâmina protegida da luz e de variações extremas de temperatura. Utilize um saco plástico selado, acondicionado em uma embalagem térmica com gelo, para evitar o congelamento da amostra.

Leitura dos Resultados: 1. Após 18 horas de incubação, retire a lâmina da estufa e observe a presença de colônias em ambos os lados. 2. Multiplique o número total de colônias pelo fator de correção 80. O resultado obtido expressa a concentração de Unidades Formadoras de Colônia (UFC) por 100 ml da amostra.

Interpretação dos Resultados: E. coli: Pontos de coloração violeta a azul. Coliformes Totais: Pontos de coloração violeta a azul e rosa a vermelho.

Para a técnica do **Azul de Metileno** (figura 8), a quantificação da matéria orgânica e dos coliformes fecais será realizada através de mudanças na cor e/ou fluorescência após a incubação em um meio que contém azul de metileno, o que indicará a atividade metabólica das bactérias. Todas as análises devem ser conduzidas em triplicata para garantir a reprodutibilidade dos resultados.

Para a análise, deve-se coletar 60 ml de água do tipo seringa (figura 9). Antes de adicionar o reagente (AM), o êmbolo da seringa deve ser avançado até dosar precisamente 50 ml, descartando o excesso. Em seguida, recue o êmbolo, adicione o AM e agite suavemente para misturá-lo à água. Depois, empurre o êmbolo novamente até que a solução alcance o bico da seringa e coloque a tampa cateter, repetindo esse processo para todas as amostras.

Utilize uma seringa de 1 ml para medir e adicionar 0,3 ml de Azul de Metileno a cada amostra de água. É aconselhável usar a Seringa 1 ml sem agulha Descarpack Bico Luer Slip, pois seu bico fino facilita a adição do AM na seringa de 60 ml, eliminando a necessidade de uma agulha. A seringa de 1 ml, caso queira, pode ser substituída pela pipeta Pasteur de plástico – 1ml (figura 10).

Após a coleta, registre as amostras com fotografias para documentar a coloração da água antes da adição do AM, assegurando que cada imagem corresponda à amostra específica. As amostras devem ser numeradas e identificadas de acordo com sua origem (água da escola, água destilada, água de nascente, rio, ribeirão, cisternas). A amostra nº 1 deve ser mantida como controle, recebendo água destilada e 0,3 ml de Azul de Metileno, enquanto as demais seguirão o mesmo procedimento, substituindo a água destilada pela água dos locais de coleta desejados.

Em seguida, armazene as amostras em uma caixa com tampa (plástica ou de isopor) para protegê-las da luz. Observe as amostras em intervalos regulares de 24 horas, até um total de 120 horas ou 5 dias (tabela 2). Este é o período máximo em que as reações de redução do Azul de Metileno devem ocorrer, indicando a possível contaminação das amostras.

Após 120 horas, fotografe novamente as amostras ao lado da amostra de controle e em conjunto, com o objetivo de demonstrar os resultados obtidos. Caso queira, observe a cada dia e preencha tabela modelo.

Figura 8 - Azul de Metileno



**Figura 9 - Seringa 60 ml
Pipeta de Pasteur 1 ml**



Figura 10 - Seringa 1 ml



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2025.

Tabela 2 - Registro Cor - Azul de Metileno

Amostra	0 Horas (início)	24 Horas (1 dia)	48 Horas (2 dias)	72 Horas (3 dias)	120 Horas (5 dias)	Conclusão Qualidade
Ponto 1						
Ponto 2						
Ponto 3						
Ponto 4						
Ponto 5						

Fonte: Elaborada pelo Autor - 2025

A utilização do **PAR** dar-se-á através da utilização de uma tabela padronizada uma ferramenta prática e desenvolvida para avaliar a integridade ecológica de rios e riachos de forma eficiente e acessível, O PAR se baseia na observação direta de diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos, como a presença e largura da mata ciliar, o uso do solo adjacente, a estabilidade das margens, a diversidade do substrato do leito, a qualidade visual da água, a complexidade dos habitats aquáticos, a configuração do canal, os impactos antrópicos visíveis, e, de forma opcional, a presença de fauna aquática.

A aplicação do PAR é simples e pode ser realizada por técnicos, estudantes e comunidades treinadas, utilizando escalas de pontuação para classificar os corpos

d'água em categorias como ótima, boa, regular, ruim ou péssima. Sua importância reside na capacidade de gerar dados rápidos e confiáveis a baixo custo.

Os materiais: Fichas de avaliação PAR (APENDICE), Pranchetas ou cadernos de apoio, lápis ou caneta, termômetro, copo transparente (análise da água), trena ou régua grande tipo pedreiro (opcional), luvas e sacos de lixo (se for coletar resíduos) câmera ou celular para registro fotográfico e se preferível kit de primeiros socorros.

5.2.4 Trabalho de Campo

O trabalho de campo poderá ser feito somente pelo professor, para que o mesmo faça a coleta das amostras de água a ser analisadas. Porém, caso haja a disponibilidade da escola, principalmente financeira e pedagógica os estudantes poderão fazer o trabalho de campo, o que permitirá fazer suas observações diretas acerca do espaço vivido.

A presente metodologia visa orientar a execução de um trabalho de campo focado na coleta de amostras de água para análise em conjunto com a avaliação rápida dos cursos d'água, via PAR, respeitando rigorosos protocolos de segurança e observando três pontos específicos de coleta: (1) montante, (2) média vertente e (3) jusante de um corpo hídrico.

Inicialmente, deve ser realizada uma reunião preparatória com os participantes para instruções sobre os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) obrigatórios, incluindo botas impermeáveis e/ou calçados fechados, luvas de borracha e de procedimento, coletes salva-vidas (em caso de proximidade com corpos hídricos profundos), protetor solar e repelente, além de orientações sobre primeiros socorros e contato com a equipe de emergência.

Durante a coleta, os estudantes deverão manter a atenção total, evitando se dispersar, respeitar os limites físicos do terreno e nunca realizar coletas sozinhos. Os procedimentos para coleta de água envolverão a higienização prévia dos frascos com água da própria fonte, coleta de amostras em frascos estéreis (garrafas plásticas de água mineral 500 ml e/ou 1000 ml), anotação do horário, temperatura da água, pH, condutividade e aspecto visual, bem como o armazenamento em caixas térmicas entre 4 °C a 10° C para transporte até a escola. A coleta será feita sequencialmente nos três pontos pré-definidos (montante, média vertente e jusante), assim como a

avaliação pelo Protocolo de Avaliação, para permitir uma análise comparativa da qualidade da água ao longo do curso hídrico, preferencialmente as coletas deverão ser realizadas no período da manhã.

Ao final das análises, os dados obtidos serão discutidos em sala, comparando parâmetros como presença de coliformes, turbidez, oxigênio dissolvido e presença de nutrientes, correlacionando-os com atividades humanas próximas. Por fim, será promovido um círculo de diálogo onde os estudantes poderão expressar suas percepções, aprendizados e desafios enfrentados, refletindo sobre a importância da iniciação científica para sua formação acadêmica e cidadã.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Refletir sobre o ensino da água a partir de uma perspectiva crítica e participativa constituiu o ponto de partida desta pesquisa. Nesse sentido, buscou-se discutir e elaborar práticas educacionais que valorizem o protagonismo estudantil, inseridas no ensino de Geografia e contextualizadas pela realidade da bacia hidrográfica do Ribeirão Ibirité, em Minas Gerais. A partir dessa proposição central, desdobraram-se os objetivos específicos, os quais orientaram tanto o percurso metodológico quanto a análise das potencialidades pedagógicas da proposta.

A Geografia escolar, quando orientada por uma abordagem crítica, pode contribuir significativamente para a formação de sujeitos capazes de compreender e problematizar o espaço em que vivem. Conforme destaca Milton Santos (2010), essa perspectiva permite reconhecer a realidade sem disfarces, identificar suas contradições e compreender o papel dos indivíduos na sociedade. Tal compreensão exige um movimento reflexivo que articula conhecimento científico e experiência cotidiana, favorecendo a construção de uma consciência crítica.

Partindo dessa concepção, considera-se que a incorporação dos princípios de planejamento e gestão participativa das bacias hidrográficas ao ensino de Geografia, de forma contextualizada e interativa, tende a favorecer o desenvolvimento do senso crítico dos estudantes em relação às questões socioambientais. Nessa direção, a proposta elaborada assume que o ensino dos recursos hídricos não deve se restringir a aspectos técnicos, devendo contemplar, também, suas dimensões sociais, políticas e ambientais.

A discussão dos resultados está organizada em torno dos dois objetivos específicos delineados.

1. Discussão da prática da análise qualitativa dos recursos hídricos com base no conceito de bacia hidrográfica

O primeiro objetivo específico consistiu em discutir a prática da análise qualitativa dos recursos hídricos, tomando como eixo estruturante o conceito de bacia hidrográfica. Essa abordagem parte do princípio da contextualização socioambiental e da valorização da aprendizagem significativa, articulando o conhecimento científico à realidade vivida pelos estudantes.

A atividade experimental proposta para o entorno da bacia do Ribeirão Ibirité apresenta potencial para possibilitar que os estudantes observem, *in loco*, as condições da qualidade da água, por meio de análises sensoriais e testes físico-químicos simples, como pH, turbidez e presença de matéria orgânica. Ainda que não tenha sido aplicada empiricamente, tal proposta evidencia a importância de práticas investigativas no ensino de Geografia, ao permitir a compreensão da bacia hidrográfica como um sistema dinâmico, influenciado por ações antrópicas.

Do ponto de vista pedagógico, espera-se que a realização de atividades dessa natureza favoreça a ampliação da consciência crítica dos estudantes, contribuindo para uma postura mais reflexiva e engajada diante das problemáticas ambientais locais. Essa perspectiva dialoga com a pedagogia problematizadora de Paulo Freire (1996), na qual o conhecimento é construído a partir da realidade concreta dos sujeitos, promovendo sua inserção crítica no mundo.

Além disso, a abordagem da bacia hidrográfica como espaço de vivência e análise tende a ampliar a compreensão dos estudantes para além dos aspectos conceituais, incorporando dimensões sociais, políticas e éticas da gestão dos recursos hídricos. Nesse contexto, o protagonismo estudantil pode emergir como resultado de práticas pedagógicas que incentivem a participação ativa, a problematização e a proposição de soluções para os desafios socioambientais.

Tal perspectiva encontra respaldo em autores como Loureiro (2012) e Carvalho (2004), que defendem uma educação ambiental crítica voltada à formação cidadã. De modo complementar, Jacobi (2003) destaca que a cidadania socioambiental se constrói quando os sujeitos se reconhecem como corresponsáveis pela gestão do território e participam dos processos coletivos de decisão.

Dessa forma, a discussão teórica desenvolvida indica que a articulação entre análise qualitativa da água e o conceito de bacia hidrográfica constitui uma estratégia didática promissora, capaz de integrar conteúdos geográficos e promover uma aprendizagem significativa e contextualizada.

2. Elaboração da sequência didática contextualizada na bacia do Ribeirão Ibirité

O segundo objetivo específico consistiu na elaboração de uma sequência didática voltada ao ensino de recursos hídricos, tendo como referência a bacia hidrográfica do Ribeirão Ibirité, localizada no município de Ibirité/MG. A proposta foi

estruturada em consonância com as competências e habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o componente de Geografia no Ensino Básico.

A sequência didática foi organizada em três atividades pedagógicas principais, planejadas de forma articulada e progressiva, com base em princípios como contextualização, interdisciplinaridade e integração entre teoria e prática. As atividades preveem o uso de diferentes recursos didáticos, incluindo mapas, imagens, tecnologias digitais e instrumentos de análise da qualidade da água, buscando aproximar o conteúdo escolar da realidade dos estudantes.

No que se refere à BNCC, a proposta contempla habilidades relacionadas à compreensão dos impactos ambientais das atividades humanas, à análise de problemas socioambientais e à proposição de alternativas de intervenção no território, conforme previsto nas habilidades EF06GE11, EF07GE06 e EF08GE11.

Espera-se que, ao vivenciarem atividades dessa natureza, os estudantes possam desenvolver maior familiaridade com diferentes linguagens geográficas, como a cartográfica, a iconográfica e a gráfica, ampliando sua capacidade de interpretação do espaço geográfico. Essa perspectiva dialoga com as contribuições de Cavalcanti (2012; 2019), que ressaltam a importância da articulação entre teoria, prática e problematização do território no ensino de Geografia.

As práticas de campo previstas, como a coleta de amostras de água e a utilização de técnicas simples de análise, configuram-se como elementos centrais da proposta, ao possibilitar a aproximação entre conhecimento científico e realidade local. Ainda que tais atividades não tenham sido aplicadas empiricamente, sua inserção no planejamento pedagógico evidencia o potencial de metodologias investigativas para o ensino de conteúdos geográficos.

Para além dos aspectos cognitivos, a sequência didática - SD tende a contribuir para a formação de uma consciência ética e socioambiental, ao estimular a reflexão sobre os impactos das ações humanas nos recursos hídricos e sobre a responsabilidade individual e coletiva na gestão do território. Conforme argumenta Callai (2013), a compreensão do lugar vivido é fundamental para que os estudantes reconheçam sua inserção no espaço geográfico e desenvolvam uma postura cidadã.

Nesse contexto, a proposta cria condições para que os estudantes assumam uma postura mais ativa, passando de observadores para sujeitos potencialmente participantes na análise e intervenção sobre a realidade. A elaboração de propostas

de sensibilização e mobilização social, prevista na sequência didática, reforça esse caráter formativo e participativo.

Dessa forma, a sequência didática - SD tende a cumprir duplamente seu papel: como ferramenta de ensino-aprendizagem e como instrumento de pesquisa e intervenção. Sua elaboração corrobora a premissa de que, quando o ensino de Geografia incorpora elementos locais, vivenciais e críticos, os estudantes não apenas aprendem conteúdos, mas também passam a se reconhecer como atores sociais e ambientais em seus próprios territórios. Nesse sentido, a proposta contribui não apenas para o ensino de Geografia, mas também para o campo mais amplo da educação ambiental, ao demonstrar a viabilidade de uma abordagem que reconhece os estudantes como sujeitos ativos e transformadores de seu território.

Tal perspectiva está em consonância com discussões que enfatizam a necessidade de uma educação pautada na pluralidade de saberes e no diálogo entre diferentes formas de conhecimento, conforme abordado no artigo Ecologia dos saberes: a interdisciplinaridade para pensar a educação e seus diálogos, o qual reforça a importância de práticas educativas fundamentadas na articulação entre conhecimento científico e saberes locais, em sintonia com a perspectiva da ecologia dos saberes defendida por Santos (2007).

3. Validação da proposta e desafios

A análise teórica da sequência didática elaborada indica que sua estrutura apresenta coerência interna e alinhamento com os objetivos propostos, configurando-se como uma ferramenta potencialmente eficaz para o ensino de recursos hídricos no contexto da Geografia escolar. A diversidade de recursos didáticos e a integração entre diferentes estratégias pedagógicas tendem a favorecer o engajamento e a autonomia dos estudantes.

Entretanto, é importante reconhecer que a implementação de propostas dessa natureza pode enfrentar desafios, especialmente no que se refere à logística de atividades de campo, à disponibilidade de materiais e às condições estruturais das escolas. Tais aspectos evidenciam a necessidade de planejamento cuidadoso e de articulação entre diferentes atores do processo educativo.

Essa compreensão dialoga com o pensamento de Edgar Morin (2000), que defende a necessidade de integrar diferentes dimensões do conhecimento para

enfrentar problemas complexos. No contexto educacional, isso implica considerar não apenas os conteúdos, mas também as condições concretas de sua implementação.

Dessa forma, a sequência didática elaborada cumpre um duplo papel: como instrumento de ensino-aprendizagem e como proposta de intervenção pedagógica fundamentada teoricamente. Ao incorporar elementos locais, vivenciais e críticos, o ensino de Geografia pode contribuir para que os estudantes não apenas aprendam conteúdos, mas também se reconheçam como sujeitos sociais e ambientais em seus territórios.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo propor e discutir práticas educacionais capazes de fomentar o protagonismo estudantil e a análise crítica acerca dos recursos hídricos e seus usos, tomando como referência a realidade socioambiental do Ribeirão Ibirité. Ao buscar aproximar o currículo formal de Geografia das experiências cotidianas dos estudantes, a pesquisa procurou evidenciar como o ensino territorializado pode fortalecer a percepção sobre o lugar e estimular o compromisso com sua conservação.

A construção da sequência didática constituiu o eixo central da investigação. Estruturada de forma interativa — conceito, discussão e reflexão —, a proposta permite articular fundamentos teóricos da Geografia escolar com metodologias acessíveis de análise qualitativa da água, com o uso do Eokit, do Azul de Metileno e do Protocolo de Avaliação Rápida dos Rios (PAR). Essas ferramentas possibilitam que os estudantes realizem observações sistemáticas, registrem dados e interpretem criticamente as dinâmicas ambientais da bacia hidrográfica.

Ao considerar a bacia como unidade de análise, ampliam-se as possibilidades de compreender o território como um espaço vivo, dinâmico e interdependente. Ao articular teoria e prática, por meio de trabalhos de campo e da cartografia escolar, os estudantes podem estabelecer conexões entre diferentes escalas, identificar impactos socioambientais e compreender o papel do município de Ibirité no contexto regional. Esse processo contribui para o desenvolvimento do raciocínio geográfico, que não se resume à memorização de conceitos, mas à capacidade de interpretar a realidade de forma crítica.

Os resultados da discussão indicam que a valorização do lugar e da produção científica no ensino fundamental fortalece a aprendizagem significativa, estimula o senso investigativo e contribui para avanços educacionais nas escolas públicas. O contato com práticas investigativas no próprio território possibilita aos estudantes perceberem-se como sujeitos ativos, capazes de interagir, analisar e intervir no espaço em que vivem.

A aproximação entre escola, ciência e comunidade escolar, aliada à interdisciplinaridade, mostra-se fundamental para superar a fragmentação curricular e promover uma formação integral. No entanto, permanecem desafios estruturais, como a escassez de recursos materiais, a limitação do tempo escolar para projetos

investigativos e a necessidade de formação continuada de professores voltada a metodologias críticas e contextualizadas.

Ainda assim, a sequência didática desenvolvida apresenta-se como uma proposta reaplicável e adaptável a diferentes realidades territoriais, abrindo possibilidades para parcerias entre escolas, universidades e comunidades. Ao integrar bacia hidrográfica, análise qualitativa da água, trabalho de campo e cartografia escolar, a pesquisa contribui para reduzir a distância entre o currículo da Geografia e a vida concreta dos estudantes.

Reafirma-se, portanto, a Geografia escolar como componente essencial do ensino fundamental, capaz de promover formação crítica, sensibilidade socioambiental e responsabilidade coletiva. Ao articular conhecimento científico e realidade local, o ensino de Geografia revela seu potencial transformador, contribuindo para a construção de uma cultura de cuidado com a água, com o território e com a vida. Ao articular conhecimento científico, saberes locais e práticas pedagógicas contextualizadas, o ensino de Geografia afirma-se como um campo estratégico para a formação de sujeitos críticos e, ao promover o diálogo entre diferentes formas de conhecimento, contribui para a construção de uma educação comprometida com a justiça socioambiental e com a valorização das múltiplas formas de saber que emergem dos territórios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABÍLIO, F. J. P.; GUERRA, R. A. T. (Org.). **A questão ambiental no ensino de Ciências e a formação continuada de professores de ensino fundamental**. João Pessoa: UFPB/FUNAPE, 2005.
- ALMEIDA, C. C. Evolução histórica da proteção jurídica das águas no Brasil. **Jus Navigandi**, Teresina, ano 7, n. 60, nov. 2002. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/>. Acesso em: 13 maio 2025.
- ALMEIDA, F. A. de. **História da legislação ambiental no Brasil**. São Paulo: Contexto, 2002.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's Climate Classification Map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 22 (6), p. 711-728, 2013.
- AMORIM, A. T. Poluição dos recursos hídricos e políticas para proteção dos recursos hídricos. **Geopauta**, Vitória da Conquista, v. 8, p. 1-13, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/geop/a/5hMLDbgKq9Vpjwx9sQbBJ7H/>. Acesso em: 19 fev. 2025.
- AMPOLINI, D.; WINCKLER, M. I.; RENK, A. **Planejamento ambiental em bacias hidrográficas**. Curitiba: Appris, 2024.
- AMPOLINI, G.; WINCKLER, S.; RENK, A. Gestão de recursos hídricos no Brasil: desafios e oportunidades na implementação da Agenda 2030 da ONU. **Revista Desenvolvimento em Questão**, Ijuí, Ano 22, n. 60, p. 1-26, 2024. Disponível em: <https://revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/15995>. Acesso em: 19 fev. 2025.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **A história do uso da água no Brasil: do descobrimento ao século XX**. Brasília: ANA, 2007.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2019.
- ANA - Agência Nacional de Águas. **Região Hidrográfica Amazônica**. 2019. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/amazonica>. Acesso em: 04 dez. 2023.
- ANTUNES, C. et al. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 2, p. 45-60, 2012.
- AQUINO, Bruna Aparecida Silva de; IARED, Valéria. Educação ambiental e BNCC: uma análise dos estudos publicados. **Revista Sergipana de Educação Ambiental**, v. 10, 2023. Disponível: <https://periodicos.ufs.br/revisea/article/view/18244>. Acesso em: 16 fev. 2025.
- BALDUÍNO JUNIOR, A. L. et al. Educação ambiental e para sustentabilidade no ensino médio: uma revisão sistemática. **Caderno Pedagógico**, Curitiba, v. 21, n. 6, p. 1-18, 2024. Disponível em:

<https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/4628>. Acesso em: 19 fev. 2025.

BARBOSA, M.; SILVA, J. **Eficiência Hídrica e Sustentabilidade**. São Paulo: Editora Verde, 2020.

BARBOSA, M. C.; SILVA, P. A. de O. **Reuso de águas: práticas sustentáveis em tempos de escassez**. Belo Horizonte: UFMG, 2020.

BARRETO, L. K. O. et al. Influência da lavagem e higienização na contaminação por coliformes totais em coentros vendidos em supermercados. **Revista Científic@**, 10(1), p. 1-5, 2023. <https://doi.org/10.37951/2358-260x.2023v10i1.6269>

BATISTA, A. N. C. **Análise dos temas água e recursos hídricos em livro didáticos de Geografia e práticas docentes no ensino médio de escolas públicas no Curimataú ocidental da Paraíba**. 2013. Dissertação de Mestrado. João Pessoa-PB, 2013.

BAZHUNI, R. F.; ALMEIDA, T. de A.; PEDRETTI, S. de S.; LEGEY, A. P.; COTELLI, A. do E. S.; MÓL, A. C. de A.; SILVA, M. A. Sequências Didáticas permeadas por tecnologias digitais: uma proposta inovadora para a Educação Infantil. **Revista Carioca de Ciência, Tecnologia e Educação**, v. 6, n. 1, p. 53-65, 2021. Disponível em: <https://recite.unicarioca.edu.br/rccte/index.php/rccte/article/view/197>. Acesso em: 17 fev. 2025.

BAZHUNI, R. F.; LIMA, J. de C. P.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, E. da S. G. de. A Formação Continuada de Professores e o uso das Novas Tecnologias Digitais para o Ensino da Matemática na Educação Infantil. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, 20, 10648, 2023. Disponível em: <https://mestradoedoutoradoestacio.periodicoscientificos.com.br/index.php/reeduc/article/view/10648/47968432>. Acesso em: 17 fev. 2025.

BECKER, B. Inserção da Amazônia na geopolítica da água. In: ARAGÓN, L.; CLUSENERGODT, M. (org). **Problemática do uso local e global da água da Amazônia**. UNESCO/NAEA/UFPA. Belém, 2003.

BECKER, B. K. Geografia e modernidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

BEREZUK, André Geraldo. Provocações à Política Nacional de Recursos Hídricos. **Revista Pantaneira**, Aquidauana, v. 22, p. 28-41, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/revpan/article/view/18089>. Acesso em: 19 fev. 2025.

BERNARDES, Maria Beatriz Junqueira; NEHME, Valéria G. de Freitas; COLESANTI, Marlene T. Munro. Ensino de Geografia e Educação Ambiental: desafios da práxis cotidiana. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 16, n. 31, p. 125-135, dez. 2004

BERNARDO, M. A. G. et al. **Qualidade da água: parâmetros e métodos de análise**. São Paulo: Edusp, 2002.

BONFIM, G. M. et al. Avaliação microbiológica de nascentes urbanas. **Revista Ciências Ambientais**, v. 19, n. 3, p. 112-124, 2024.

BONFIM, O. E. T. et al. Análise de coliformes fecais e totais de três nascentes do município de Herculândia-SP. **Acta Geográfica**, 17(46), p. 147-159, 2024.

<https://doi.org/10.18227/2177-4307.acta.v17i46.5022>

BORTOLOZZI, Arlêude; PEREZ FILHO, Archimedes. **Diagnóstico da educação ambiental no ensino de Geografia**. Cadernos de Pesquisa, São Paulo, n. 109, p. 145-171, mar. 2000.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 10 set. 2018.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília: MMA, 2005. Disponível em:

<https://www.mma.gov.br/>. Acesso em: 15 fev. 2025.

BRASIL. **DECRETO Nº 847, DE 11 DE OUTUBRO DE 1890**. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1851-1899/d847.htm. Acesso em: 15 maio 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/9433.htm. Acesso em: 19 fev. 2025.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 28 abr. 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. 2017.

Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: 18 fev. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em:

<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Diretrizes: Brasília: MMA, 2006. v. 3. Disponível em:

http://www.mma.gov.br/estruturas/161/publicacao/161_publicacao03032011025152.pdf. Acesso em: 14 set. 2023.

BRASIL. **Lei nº 9.608, de 18 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre o serviço voluntário e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 19 fev. 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9608.htm. Acesso em: 09 dez. 2024.

CABALLERO, Luiza. NH3: Entenda o que é a amônia e seus riscos. **eCycle**, 2025. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/amonia/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

CALLAI, H. C. A formação do professor de Geografia. **Boletim Gaúcho de Geografia**, Porto Alegre, n. 20, p. 39-41, dez. 1995. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/bgg/article/view/38032/24535>.

CALLAI, H. C. **A Geografia e a escola: muda a geografia? Muda o ensino?** Terra Livre, v. 1, n. 16, p. 133–152, 2015.

CALLISTO, M. et al. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensis**, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.

CAMPOS, José Eloi; GALVÃO, Manuela Freire. Bacias hidrogeológicas: conceitos e aplicações. **Derbyana**, São Paulo, v. 44, p. 1-18, 2023. Disponível em: <https://revistaig.emnuvens.com.br/derbyana/article/view/786>. Acesso em: 19 fev. 2025.

CARNEIRO, E. V. et al. Avaliação da qualidade das águas e simulação da capacidade de auto depuração do Córrego do Pintado, município de Betim-MG. **Braz. J. of. Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 33409-33418, jun. 2020.
CARSON, Rachel. **Primavera silenciosa**. São Paulo: Melhoramentos, 1969; Gaia, 2010.

CARVALHO, I. C. de M. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. 7. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cortez Editora, 2025. (Coleção docência em formação: saberes pedagógicos)

CASTELLAR, S. M. V. e VILHENA, J. **Ensino de geografia**. . São Paulo: CENGAGE Learning. 2010. Acesso em: 09 nov. 2025.

CAVALCANTI, L. S. **Geografia e prática pedagógica**. Campinas: Papirus, 2002.
COMITÊ (CBH) E CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL (CIBAPAR) DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÓPEBA. Disponível em: www.aguasdoparaopeba.org.br. Acesso: fevereiro a maio de 2023.

CAVALCANTI, L. S. **Geografia e práticas de ensino**. Campinas: Papirus, 2002.

COSTA, L. R.; LIMA COSTA, M. **Educação ambiental crítica: teoria e prática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2024.

COSTA, Maria Sintia Monteiro da; LIMA COSTA, Anna Paula. A importância da educação ambiental dentro do ambiente escolar: revisão de literatura. **Empírica BR: Revista Brasileira de Gestão Negócio e Tecnologia da Informação**, Natal, v. 4, n. 1, p. 19-19, 2024. Disponível em:

<https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/EmpiricaBR/article/view/14412>. Acesso em: 19 fev. 2025.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. tradução Magda Lopes; consultoria, supervisão e revisão técnica desta edição Dirceu da Silva. - 3. ed. - Porto Alegre : Artmed, 2010.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

DIAS, G. F. **Educação ambiental: princípios e práticas**. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2013.

DIAS, L. et al. Detecção e quantificação de coliformes totais e termotolerantes na água fornecida em bebedouros da Universidade Federal de Mato Grosso, campus Sinop. **Scientific Electronic Archives**, 18(1), 2024.

<https://doi.org/10.36560/18120251934>

ESTEVES, F. A.; ROCHA, J. **Gestão de ecossistemas aquáticos**. Rio de Janeiro: Interciência, 2015.

FIALHO, V. P. et al. **A construção do espaço geográfico: ensino e aprendizagem**. São Paulo: Cortez, 2008.

FRANK, F. Educação geográfica: **desafios e possibilidades**. Curitiba: UFPR, 2010.

FREITAS, Vladimir Passos de; YOSHIDA, Consuelo Yatsuda Moromizato; SILVA JUNIOR, Genésio Alves da. As medidas legais protetivas de bacias hidrográficas e seus reflexos na preservação ambiental dos recursos hídricos. **Revista Eletrônica Direito e Política**, Itajaí, v. 17, n. 3, p. 638-673, 2022. Disponível em:

<https://periodicos.univali.br/index.php/rdp/article/view/19103>. Acesso em: 19 fev. 2025.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FUJIOKA, Bárbara Mitsuko Zukeram; CRUZ, Luciana Aparecida Nogueira da; OLIVEIRA, Edilson Moreira de. A educação ambiental apresentada na BNCC e no PCN: uma breve análise. **Cadernos de Educação**, v. 20, n. 40, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Luciana-Aparecida-Nogueira-Cruz/publication/354273673_A_educacao_ambiental_apresentada_na_BNCC_e_no_PCN_uma_breve_analise/links/616ef740b148a924b8f8f903/A-educacao-ambiental-apresentada-na-BNCC-e-no-PCN-uma-breve-analise.pdf?_sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail. Acesso em: 16 fev. 2025.

FUJIOKA, B. M. Z.; CRUZ, L. A. N.; OLIVEIRA, E. M. A educação ambiental apresentada na BNCC e no PCN: uma breve análise. **Cadernos de Educação**, v. 20, n. 40, 2021. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/359725878>. Acesso em: 16 fev. 2025.

GOMES FILHO, E. et al. **Parâmetros físico-químicos da água**. Salvador: EDUFBA, 2013.

HELLER, L.; REZENDE, S. Água e cidadania: desafios para o século XXI. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, v. 14, n. 4, p. 1013-1020, 2009.

HENNING, Paula Corrêa; FERRARO, José Luís Schifino. As lutas políticas da Educação Ambiental nas universidades brasileiras: provocações à governamentalidade neoliberal no âmbito da educação para o desenvolvimento sustentável. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 28, p. 1-15, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/GWG5RxXZjphFRcwhbL8zShF/?lang=pt>. Acesso em: 19 fev. 2025.

HENNING, P.; FERRARO, G. **Educação ambiental crítica: políticas e práticas**. Curitiba: CRV, 2022.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/servicos/educacao-ambiental/arquivos/2021-01-21-ibama-pangea-2021.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2024.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Município de Ibirité - MG**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/ibirite>. Acesso em: 05 nov. 2023.

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Avaliação da qualidade das águas e sedimentos do Rio Paraopeba**: acompanhamento da qualidade das águas do Rio Paraopeba após 3 anos do rompimento da barragem da Mina Córrego Feijão da Mineradora Vale/SA – Brumadinho/MG / Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Belo Horizonte. Igam, 2022.

JESUS, G. M. de; FERNANDES, R. Análise participativa das bacias hidrográficas brasileiras. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 84, n. 2, 2023.

JESUS, José Antônio de; FERNANDES, Cristovão Vicente Scapulatempo. Subsídios para delimitação de bacias hidrográficas. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, Porto Alegre, p. 1-19, 2023. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/OJS/index.php/REGA/article/view/824>. Acesso em: 19 fev. 2025.

KRASILCHIK, M. e MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2007.

LAMONTAGNE, G. **Cartografia e ensino**. São Paulo: Contexto, 2002.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. da C. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 23-40, jan./mar. 2014

LEMOS, J. H.; SOUSA, J. S. de; SILVA FILHO, A. L. da. A educação como formação humana e o duplo aspecto da sua internalização. **Revista Docentes**, Fortaleza, v. 8, n. 2, p. 24-30, 2023. Disponível em:

<https://revistadocentes.seduc.ce.gov.br/revistadocentes/article/view/757>. Acesso em: 19 fev. 2025.

LEONEL, Mauro. O uso do fogo: o manejo indígena e a piromania da monocultura. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 14, n. 40, p. 231–250, 2000.

LIMA, Ana Marina Martins de; SILVA, Antonio Carlos; FERREIRA, Rosana.

Diagnóstico Ambiental do Instituto Adolfo Lutz – Estudo de Caso. Trabalho acadêmico. (Apresentado para conclusão da Disciplina de Gestão Ambiental). São Paulo: SENAC, 2006.

LIMA, Mateus; ZORZI, Taise; DE ALMEIDA ALVES, Alcione Aparecida. APLICAÇÃO DO MODELO QUAL-2E PARA SIMULAÇÃO TEÓRICA DA CAPACIDADE ASSIMILATIVA COMO FORMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO HÍDRICA DO RIO IJUÍ NO MUNICÍPIO DE PANAMBI-RS. In: LERMEN, Andréia Monique; BRITO, Higor Costa de. **Ciências agrárias e meio ambiente: pesquisas, desafios e inovações tecnológicas**. Amplla Editora, v. 2, 2023. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Emanoel-Amorim/publication/370403565_Ciencias_agrarias_e_meio_ambiente_pesquisas_de_safios_e_inovacoes_tecnologicas_2ED/links/644e384b4af78873524b9dd3/Ciencias-agrarias-e-meio-ambiente-pesquisas-desafios-e-inovacoes-tecnologicas-2ED.pdf#page=31. Acesso em: 16 fev. 2025.

LOUREIRO, C. F. B. **Educação ambiental crítica**. São Paulo: Cortez, 2012.

MACHADO, Daniel M.; FERREIRA, Yanne A. S.; LEGEY, Ana P.; COTELLI, André E. S. O uso de uma sequência didática permeada pelas novas tecnologias digitais para o ensino de números inteiros. **Revista de Educação**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 45-56, 2022. Disponível em:

<https://mestradoedoutoradoestacio.periodicoscientificos.com.br/index.php/reeduc/article/view/11283/47968522>. Acesso em: 19 fev. 2025.

MACIEL, Eloisa Antunes; UHMANN, Rosângela Inês Matos. Educação Ambiental e as perspectivas curriculares: um olhar para a Base Nacional Comum Curricular.

Revista Práxis Educacional, v. 18, n. 49, 2022. Disponível:

http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S2178-26792022000100121&script=sci_arttext. Acesso em: 16 fev. 2025.

MACIEL, F. B.; UHMANN, M. S. **Juventude e engajamento ambiental**. Porto Alegre: Fi, 2022.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. R. et al. **Impactos ambientais em bacias hidrográficas**. São Paulo: Blucher, 2022.

MARGARIDO, M. R.; MELLO, S. M. **Didática e práticas escolares**. São Paulo: Papyrus, 2020.

MARGONI, Maythê Melo Fraga. O processo de implementação e o impacto da BNCC no currículo: opiniões de professores dos anos iniciais. In: JORNADA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DA UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO, 2020, Passo Fundo. **Anais** [...]. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2020. Disponível em: https://www.upf.br/uploads/Conteudo/jem/2020/Anais%202020%20-%20eixo%201/JEM2020_paper_63%20%281%29.pdf. Acesso em: 18 fev. 2025.

MASSINE, M. C. L. Sustentabilidade e Educação Ambiental – Considerações acerca da política nacional de educação ambiental – A Conscientização ecológica em foco. In: ENCONTRO NACIONAL DO CONPEDI, 19., Fortaleza, 2010. **Anais** [...]. Fortaleza – CE, 2010.

MEC – MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc>. Acesso em: 10 maio 2024.

MENDES, Jaqueline Guimarães; FRIEDE, Reis; AVELAR, Katia Eliane Santos; MIRANDA, Maria Geralda de. Educação para os recursos hídricos. *AmbientAMENTEsustentable*, v. 25, n. 2, p. 57–74, 2018. DOI: 10.17979/ams.2018.25.2.5113.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Qualidade da Água para Consumo Humano: Cartilha para promoção e proteção da saúde**. Ministério da Saúde, Brasília, 2018. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/qualidade_agua_consumo_humano_cartilha_promocao.pdf. Acesso em: 18 fev. 2025.

MONTEIRO, Adriano Bortolin; VIADANA Adler Guilherme. **Técnica Alternativa para a Aferição de Hidrotopos Aplicada ao Córrego Wenzel**. 2009. Dissertação de Mestrado. UNESP, Rio Claro, 2009.

MONTEIRO, M.; ESTEVES, F. **Ecologia de ambientes aquáticos continentais**. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

MONTEIRO, S.; ESTEVES, F. **Proteção de Ecossistemas Aquáticos**. Rio de Janeiro: Editora Azul, 2011.

NOAL, Gabriela Rodrigues et al. Garantindo a Educação Ambiental e Botânica por meio da transversalidade em tempos de BNCC. **REVES-Revista Relações Sociais**, v. 5, n. 1, 2022. Disponível: <https://periodicos.ufv.br/reves/article/view/13570/7053>. Acesso em: 16 fev. 2025.

NUNES, Teresa C. de O. et al. A Educação Ambiental na preservação dos corpos hídricos no Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.revistaaea.org/artigo.php?idartigo=1008&class=02>. Acesso em: 31 jul. 2011.

OLIVEIRA, Fabiana Valéria de; GUIMARÃES, Marli Renate Von Borstel. **Sentimento de pertencimento e identidade territorial: reflexões a partir da Geografia Humanista**. *Revista Geografares*, n. 11, p. 35-50, 2012.

OLIVEIRA, Francisco Thiago Brito de; LIMA, Francisca Elizonete de Souza; SILVA, Rafael Pereira da. Ensino de Geografia para cidadania: reflexões a partir dos anos finais do Ensino Fundamental. **Revista GeoInterações**, Assú, v. 7, n. 1, p. 120-144, 2023. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RGI/article/view/4784>. Acesso em: 19 fev. 2025.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/pt/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

PADOVESI-FONSECA, Claudia; FARIA, Rafaela Silva de. Desafios da gestão integrada de recursos hídricos no Brasil e Europa. **Revista Mineira de Recursos Hídricos**, Belo Horizonte, v. 3, p. 1-28, 2022. Disponível em: <https://periodicos.meioambiente.mg.gov.br/NM/article/view/221>. Acesso em: 19 fev. 2025.

PADOVESI-FONSECA, C.; FARIA, M. **Gestão integrada da água: desafios e perspectivas**. Brasília: IPEA, 2022.

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 2009.

REIS, Flávia Helena Cabral Silva; CABRAL, Walter Reis; SILVA, Fabio Antônio Moraes; RÊGO, Adriana Sousa; MIRANDA, Rita de Cássia Mendonça. A Educação Ambiental segundo os documentos norteadores: um estudo dos Parâmetros Curriculares Nacionais e da Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 45–59, 2022. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/13040>. Acesso em: 27 maio. 2026.

RIBEIRO, T. S. **Qualidade da água: conceitos e aplicações**. Salvador: EDUFBA, 2010.

RIBEIRO DOS ANJOS, A. P.; VASCONCELOS C. W. F.; NEGREIROS, D. Diagnóstico ambiental do córrego do bálsamo, ibirité – mg, por meio de um protocolo de avaliação rápida. **ACTA Geográfica**, v. 15, n. 39, p. 41-62, dez. 2021.

ROCHA, Célia Aparecida. Gêneros discursivos, sequência didática e multiletramentos na pesquisa crítica colaborativa. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 39, e. 42173, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/CfQJJSmHxSGVf3kDQD9B4mz/?lang=pt>. Acesso em: 19 fev. 2025.

ROQUE ASCENÇÃO, Valéria de Oliveira; VALADÃO, Roberto Célio. Professor de

geografia: entre o estudo do fenômeno e a interpretação da espacialidade do fenômeno. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL DE GEOCRÍTICA, 2014, Barcelona: Universidad de Barcelona. *Anais Eletrônicos* [...]. Barcelona, 2014. Disponível em: <http://www.ub.edu/geocrit/coloquio2014/Valerie%20de%20Oliveira%20y%20Roberto.pdf>. Acesso em: 01 jan. 2026.

ROSA, A. M.; LANGARO, A. Alfabetização científica na educação básica. **Revista Ensino & Sociedade**, v. 7, n. 1, 2020.

ROSA, Cleci Teresinha Werner da; LANGARO, Raquel. Alfabetização científica voltada à formação cidadã: análise de uma intervenção didática nos anos iniciais.

ETD: Educação Temática Digital, Campinas, v. 22, n. 2, p. 297-297, 2020.

Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1676-25922020000200297&script=sci_arttext. Acesso em: 19 fev. 2025.

SANTOS, Adriano Marques dos. **Avaliação da Poluição Difusa em Trechos Fluviais Urbanos nos Municípios de São João do Cariri e Sumé, Estado da Paraíba**. 2021. Dissertação (Dissertação em Gestão de Recursos Hídricos) -

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, Paraíba, 2021. Disponível em:

<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/19357/3/ADRIANO%20MARGUES%20DOS%20SANTOS%20-%20DISSERTA%20c3%87%20c3%83O%20PROFAGUA%202021.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2025.

SANTOS, A. B. dos et al. Coliformes termotolerantes e totais como indicadores da qualidade da água do rio cascão, salvador-ba. p. 159-170, 2024.

<https://doi.org/10.37885/240516666>

SANTOS, Bruna Pires dos et al. Agricultura e Irrigação no Brasil no cenário das Mudanças Climáticas. **Revista de Tecnologia & Gestão Sustentável**, v. 1, n. 2, p.

1-10, 2022. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/88413920/3076.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2025.

SANTOS, Milton. *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. 4. ed. 2. reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SANTOS, Pedro Igor Alves dos Santos. Avaliação microbiológica da água de igarapés da área de proteção ambiental municipal do Inhamum, Caxias-MA, Brasil.

Editora Científica Digital, v. 12, 2023. Disponível:

<https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/230513107.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2025.

SEMAD – SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E

DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL. **Educação Ambiental**. Disponível em:

<http://www.meioambiente.mg.gov.br/gestao-ambiental/educacao-ambiental>. Acesso em: 05 ago. 2024.

SILVA, Christian Luiz da; KERSTING, Carla Beck; GRIBOGGI, Angela Maria.

Participação social na gestão dos recursos hídricos: uma análise dos comitês de bacias hidrográficas a partir da matriz GUT (gravidade, urgência e tendência).

Contribuciones a las Ciencias Sociales, São José dos Pinhais, v. 16, n. 4, p.

1517-1541, 2023. Disponível em:

<https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/502>. Acesso em: 19 fev. 2025.

SILVA, L. O.; COSTA, A. P. L.; ALMEIDA, E. A. Educação ambiental: o despertar de uma proposta crítica para a formação do sujeito ecológico. **Revista Holos**, v.1, p.110-126, 2012.

SILVA, Natanael Charles da; ARAÚJO, Magnólia Fernandes Florêncio de. Educação para a sustentabilidade em trabalhos de conclusão de curso de licenciatura em biologia na região amazônica paraense. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 39, p. e40382, 2023. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/edur/a/y9VdvL6HwWTtvMHNpbvgxTy/>. Acesso em: 19 fev. 2025.

SILVA, Neusely da et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. Editora Blucher, 2021.

SILVA, C. S. **Educação ambiental e cidadania**. Belo Horizonte: UEMG, 2012.

SILVA, C. S.; ARAÚJO, V. C. Educação ambiental crítica na prática docente. **Revista Educador Ambiental**, v. 11, n. 2, p. 34-49, 2023.

SILVA JÚNIOR, Orleno Marques da et al. Comitê da bacia Hidrográfica do rio Araguari como instrumento de gestão dos Recursos Hídricos no Estado do Amapá. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 5, p. 2771-2789, 2021. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/367853352_Comite_da_bacia_Hidrografica_do_rio_Araguari_como_instrumento_de_gestao_dos_Recursos_Hidricos_no_Estado_do_Amapa. Acesso em: 19 fev. 2025.

SILVEIRA, Maria Laura. Uma situação geográfica: do método à metodologia. *Revista Território*, Rio de Janeiro, ano 4, v. 6, p.21-28, jan./jul. 1999. Disponível em: http://www.laget.eco.br/pdf/06_3_silveira.pdf. Acesso em: 23 maio 2025.

SOBRAL, Maria do Carmo Martins et al. Classificação de corpos d' água segundo a diretiva-quadro da água da união européia–2000/60/CE. **Brazilian Journal of Environmental Sciences (Online)**, n. 11, p. 30-39, 2008. Disponível em:

https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/416. Acesso em: 18 jun. 2024.

SOBRAL, Socorro. **Valorização cultural, histórica e geográfica: Ibirité: minha história, minha gente**. 1. ed. Iguassu, PE: Editora Trato, 2023.

SOUSA, Paula Jucá de; OLIVEIRA, Eniz Conceição. Reflexões acerca da Alfabetização Científica e Tecnológica na formação do cidadão. **Revista Cocar**, Belém, v. 17, n. 35, p. 1-14, 2022. Disponível em:

<https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/5647>. Acesso em: 19 fev. 2025.

SOUZA, D. R.; OLIVEIRA, M. A. Ciência e sociedade: alfabetização científica crítica. **Revista Ensino de Ciências**, v. 26, n. 3, 2022.

SOUZA, M. A. Recursos Hídricos e Qualidade da Água: Conceitos e Aplicações. São Paulo: Editora Geográfica, 2018.

SOUZA, Roger Marchesini de Quadros; COUTO, José Cláudio Diniz; COUTO, Luzia Serapicos Martins Diniz. Iniciação científica para alunos da educação básica: uma pesquisa-ação em Escolas Públicas Paulistas. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 253-263, 2021. Disponível em:

https://scispace.com/papers/iniciacao-cientifica-para-alunos-da-educacao-basica-uma-4sqf29j7iv?utm_source=chatgpt. Acesso em: 28 abr. 2025.

SUERTEGARAY, D. M. A. **O trabalho de campo no ensino de Geografia**. Revista Geográfica, v. 12, n. 2, p. 45-57, 2000.

TAVARES, Bryan Augusto da Rosa; LIPP-NISSINEN, Katia Helena. Avaliação Da Qualidade da Água Superficial no Interior da Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 16, n. 3, 2022. Disponível: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/8942>. Acesso em: 16 fev. 2025.

TAVARES N., JULIANA J. Ecologia dos Saberes: A Interdisciplinaridade para Pensar a Educação e Seus Diálogos. **Saberes: Revista interdisciplinar de Filosofia e Educação**, [S. l.], v. 23, n. 3, p. EN01, 2023. DOI: 10.21680/1984-3879.2023v23n3ID32405. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/saberes/article/view/32405>. Acesso em: 13 abr. 2025.

TROPPEMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente**. Rio Claro: Divisa, 2006.

TROPPEMAIR, H. **Metodologias simples para pesquisar o Meio Ambiente**. Rio Claro: edição do autor, 1988. p. 232.

TUCCI, C. **Política Nacional de Recursos Hídricos: Avanços e Desafios**. Porto Alegre: Editora Terra, 2009.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: Rima/IIE, 2003.

TUNDISI, J. G. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. **Revista USP**, São Paulo, n. 70, p. 24-35, 2006.

TUNDISI, J. **Recursos Hídricos no Brasil: Problemas e Perspectivas**. Campinas: Editora Água, 2018.

VESENTINI, José William. *Geografia, natureza e sociedade*. 5. ed. São Paulo: Editora do Autor, 2020.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

WIENKE, Felipe Franz; COSTA, Jéssica Tavares Fraga. Políticas de gestão de recursos hídricos: uma análise sobre o estágio atual da implementação da cobrança pelo uso da água nas bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul. **Revista de Direito Agrário e Agroambiental**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 38-55, 2024. Disponível em: <https://www.indexlaw.org/index.php/rdaa/article/view/10412>. Acesso em: 19 fev. 2025.

ANEXOS:

Estufa de Papelão para Controle de Temperatura (35°C - 37°C)

O presente projeto propõe a construção de uma estufa didática que simula um ambiente aquecido, ideal para experimentos que requerem controle de temperatura, como germinação de sementes, cultivo de microrganismos e demonstração do efeito estufa. A iniciativa combina metodologias digitais acessíveis e experiências empíricas pessoais, como construções artesanais de estufas para aquecimento de aves (pintinhos), destacando a importância do controle térmico. Referências de baixo custo, como as apresentadas pela plataforma SANCHES ARTES, apoiaram a sistematização da atividade, integrando conhecimentos cotidianos e científicos. A construção da estufa visa fornecer um recurso pedagógico acessível, promovendo uma aprendizagem significativa ao articular saberes práticos e teóricos no contexto escolar.

Materiais Necessários

- **Caixa de Papelão Resistente:** De preferência, uma caixa de tamanho médio a grande, que permita espaço interno para as lâmpadas e o termômetro, sem que fiquem muito próximos das paredes. Uma caixa de eletrodoméstico pequeno ou de armazenamento pode ser ideal. **Recomendação de Dimensões Mínimas (Internas):** Para acomodar as lâmpadas e as amostras de forma segura e eficiente, sugiro as seguintes dimensões internas para a caixa de papelão:
 - **Comprimento:** 30 cm a 40 cm
 - **Largura:** 25 cm a 35 cm
 - **Altura:** 25 cm a 35 cm

- **Lâmpadas Incandescentes (duas ou três, de potências variadas):** Comece com lâmpadas de baixa potência (ex: 40W ou 60W). Ter algumas opções permite ajustar a temperatura. **Importante:** Lâmpadas incandescentes geram calor; lâmpadas LED ou fluorescentes não são adequadas para este propósito.
- **Soquetes com Fio e Plugue:** Para conectar as lâmpadas à tomada. Você precisará de um soquete para cada lâmpada que planeja usar simultaneamente.
- **Fita Isolante ou Conectores Elétricos:** Para garantir as conexões elétricas seguras.
- **Papel Alumínio:** Para revestir o interior da caixa. Ajuda a refletir o calor e a distribuí-lo de forma mais uniforme.
- **Tesoura, Estilete e Régua:** Para cortar e marcar o papelão e o papel alumínio.
- **Fita Adesiva Resistente:** Para fixar o papel alumínio e as partes da caixa, se necessário.
- **Termômetro Digital com Sonda (externa ou interna):** Essencial para o monitoramento preciso da temperatura. Um termômetro com sonda externa (que você pode passar por um pequeno orifício e posicionar no centro da estufa) é ideal, pois evita ter que abrir a caixa para ler.
- **Opcional:** Fita crepe, cola para papelão, luvas de proteção.

Passo a Passo da Construção

1. Prepare a Caixa de Papelão:

Escolha um lado da caixa que será a "porta" ou tampa de acesso. Você pode cortar três lados (superior e laterais) para criar uma aba que possa ser aberta e fechada, ou simplesmente deixar a tampa superior removível.

Faça aberturas pequenas: Em um dos lados (ou na parte de trás), faça dois ou três pequenos furos (o suficiente para passar os fios das lâmpadas e a sonda do termômetro). Evite furos grandes para minimizar a perda de calor.

2. Revestimento Interno com Papel Alumínio:

- ✓ Com a régua, meça as paredes internas da caixa.
- ✓ Corte o papel alumínio em pedaços que cubram todas as faces internas (fundo, laterais e a parte de cima da tampa).
- ✓ Cole o papel alumínio nas paredes internas da caixa com fita adesiva resistente. Certifique-se de que o lado brilhante do papel alumínio esteja voltado para dentro da estufa, para maximizar a reflexão do calor.

3. Instale os Soquetes das Lâmpadas:

- ✓ Dentro da caixa, no fundo ou em uma das laterais, fixe os soquetes das lâmpadas. Você pode fazer pequenos orifícios e prender os soquetes com parafusos e porcas (se o soquete permitir e o papelão for grosso o suficiente) ou usar fita adesiva muito resistente/cola quente para fixá-los de forma segura.
- ✓ Passe os fios dos soquetes pelos furos que você fez na caixa, levando-os para fora.
- ✓ **Conexão Elétrica:** Com a ajuda de um adulto ou alguém com conhecimento em elétrica, conecte os fios dos soquetes aos respectivos plugues. Use fita isolante ou conectores elétricos para garantir que todas as conexões estejam bem isoladas e seguras. **A segurança elétrica é fundamental!**

4. Posicione o Termômetro Digital:

- ✓ Passe a sonda do termômetro digital por um dos orifícios feitos na caixa.
- ✓ Posicione a ponta da sonda no centro da estufa, onde você deseja monitorar a temperatura. Certifique-se de que ela não esteja tocando diretamente nas lâmpadas ou nas paredes.
- ✓ O corpo do termômetro (visor) deve ficar do lado de fora, para fácil leitura.

5. Testes e Ajustes de Temperatura:

- ✓ **Comece com uma lâmpada:** Enrosque uma lâmpada incandescente (ex: 60W) em um dos soquetes.
- ✓ Feche a estufa e ligue a lâmpada na tomada.
- ✓ **Monitore a temperatura:** Observe o termômetro digital. A temperatura começará a subir.

Ajuste Fino:

- ✓ Se a temperatura subir muito rápido e ultrapassar 40°C com uma única lâmpada, você pode tentar uma lâmpada de menor potência (ex: 40W) ou adicionar um pequeno "respiro" na caixa (um orifício regulável) para liberar um pouco de calor.
- ✓ Se a temperatura não atingir 35°C ou demorar muito, você pode adicionar uma segunda lâmpada de igual ou menor potência, ou substituir a lâmpada por uma de maior potência (ex: 75W ou 100W, com cautela e monitoramento constante).
- ✓ Ajuste a potência das lâmpadas e o número de lâmpadas até encontrar a combinação que mantém a temperatura estável entre 35°C e 40°C. Pode levar um tempo de "ensaio e erro" para encontrar o equilíbrio.

🔑 Dicas Importantes para o Sucesso e Segurança 🔑

- **Segurança Elétrica:** Este é o ponto mais crítico. Certifique-se de que todas as conexões elétricas estejam bem isoladas e seguras para evitar curtos-circuitos ou choques. Evite deixar fios expostos.
- **Ventilação Controlada:** Se a temperatura ultrapassar o limite, você pode precisar de um pequeno orifício de ventilação na parte superior da estufa. Você pode cobri-lo parcialmente com fita para "dosar" a saída de calor.
- **Distância das Lâmpadas:** Garanta que as lâmpadas não estejam muito próximas das paredes de papelão ou de qualquer material inflamável para evitar superaquecimento e risco de incêndio.
- **Monitoramento Contínuo:** Especialmente no início, monitore a estufa de perto para entender seu comportamento térmico e fazer os ajustes necessários.
- **Posicionamento:** Coloque a estufa em uma superfície estável e não inflamável.
- **Variações Externas:** Lembre-se de que a temperatura ambiente externa pode influenciar a temperatura interna da estufa. Se você estiver em um local com grandes variações de temperatura (noite/dia), pode precisar de pequenos reajustes ou de um sistema mais sofisticado (como um termostato simples, mas isso fugiria do "barato e simples").

Com este passo a passo, você terá uma estufa de baixo custo funcional para seus experimentos. É um projeto excelente para o ensino de princípios de termodinâmica e sustentabilidade!