



**INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE**  
**CÂMPUS ARAQUARI**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA E AMBIENTE**

**ISABEL CRISTINA BOHN VIEIRA**

**INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA QUALIDADE DA ÁGUA NO**  
**RIO ITAJAÍ-AÇU, SANTA CATARINA**

Linha de Pesquisa: Desenvolvimento de Processos e Tecnologias Ambientais

Araquari  
Dezembro de 2020

**ISABEL CRISTINA BOHN VIEIRA**

**INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA QUALIDADE DA ÁGUA NO  
RIO ITAJAÍ-AÇU, SANTA CATARINA**

Relatório final apresentado ao Programa de Pós-graduação Profissional em Tecnologia e Ambiente, ofertado pelo câmpus Araquari do Instituto Federal Catarinense, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Eduardo Augusto Werneck Ribeiro

Araquari

Dezembro de 2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática do ICMC/USP, cedido ao IFC e  
adaptado pela CTI - Araquari e pelas bibliotecas do Campus de Araquari e Concórdia.

V657i Vieira, Isabel Cristina Bohn  
Influência do uso e ocupação do solo na qualidade  
da água no rio Itajaí-Açu, Santa Catarina / Isabel  
Cristina Bohn Vieira; orientador Eduardo Augusto  
Werneck Ribeiro; coorientador Sandro Augusto  
Rhoden. -- Araquari, 2020.  
72 p.

Dissertação (mestrado) - Instituto Federal  
Catarinense, campus Araquari, Mestrado Profissional  
em Tecnologia e Ambiente, Araquari, 2020.

Inclui referências.

1. Uso e ocupação do solo. 2. Qualidade da água. 3.  
Roteiros didáticos. I. Ribeiro, Eduardo Augusto  
Werneck , II. Rhoden, Sandro Augusto . III. Instituto  
Federal Catarinense. Mestrado Profissional em  
Tecnologia e Ambiente. IV. Título.

**ISABEL CRISTINA BOHN VIEIRA**

**INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA QUALIDADE DA ÁGUA NO  
RIO ITAJAÍ-AÇU, SANTA CATARINA**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, no Curso de Mestrado Profissional em Tecnologia e Ambiente, do Instituto Federal Catarinense – Campus Araquari.

Araquari/SC, dezoito de dezembro de 2020.

**Autenticação eletrônica na Folha de Assinaturas**

---

Prof. Dr. Eduardo Augusto Werneck Ribeiro  
Orientador – IFC *Campus* Araquari

**BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Dr. Marcos Antonio Mattedi - FURB

Prof. Dr. Raul Borges Guimarães - UNESP



---

*Emitido em 18/12/2020*

**DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI Nº 1/2021 - CPGTAM/ARA (11.01.02.37)**

**(Nº do Documento: 1)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

*(Assinado digitalmente em 11/02/2021 00:21 )*

**EDUARDO AUGUSTO WERNECK RIBEIRO**

*PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO*

*AAEI/REI (11.01.18.00.35)*

*Matricula: 2109010*

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.ifc.edu.br/documentos/> informando seu número: **1**, ano: **2021**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI**, data de emissão: **10/02/2021** e o código de verificação: **cf0cef716d**

Ao meu esposo Rodrigo e minha filha Lana,  
por motivos que só os nossos corações conhecem...

## AGRADECIMENTOS

A presente pesquisa não poderia ter sido construída sem um grande mestre em sua condução. Agradeço, de modo especial ao meu orientador Professor Doutor Eduardo Augusto Werneck Ribeiro que não mensurou horas, dias ou meses de seu tempo para que esse trabalho alcançasse os melhores resultados. Sou grata a você meu mestre por romper as barreiras para além de um educador; seu profissionalismo, sua infinita paciência e seu carisma transpõem uma singular proposta educacional, você transforma vidas!

Agradeço, outrossim, ao meu querido esposo Rodrigo e a minha filha Lana que compreenderam minha ausência por muitas horas durante essa engrandecedora jornada acadêmica. Sou grata, inclusive, por fazerem parte da prática deste trabalho, em cada saída de campo, nas longas horas de trânsito. Foi aventureco e inesquecível.

Às irmãs - Doutoradas! -, Ana Célia e Carla Silvanira, por serem minha inspiração e exemplo de conduta na continuidade do meu processo de formação e aprendizado.

Aos professores, Doutor Cleder Alexandre Somensi e Doutor Daniel da Rosa Farias, por acreditarem no projeto proposto, aceitando meu ingresso no programa de Mestrado Profissional Tecnologia em Ambiente no Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari.

Aos docentes do programa e colegas pela convivência e conhecimentos compartilhados.

*“A alegria não chega apenas no encontro do achado, mas faz parte do processo de busca. E ensinar e aprender, não pode dar-se fora da procura, fora da boniteza e da alegria”.*

(Paulo Freire, 1996)



## RESUMO

O presente trabalho analisa a influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água no maior curso de água da bacia hidrográfica do Itajaí, rio Itajaí- Açu, localizado do Estado de Santa Catarina. Busca a partir de técnicas de geoprocessamento associadas ao monitoramento da qualidade da água, compreender os usos inapropriados do solo e água, como determinantes de risco ao equilíbrio entre os fatores naturais e antrópicos. Apresenta também, uma proposta de roteiros didáticos, com vistas ao Ensino Fundamental, com abordagem teórico-prática, orientada à preservação dos recursos hídricos. A pesquisa foi desenvolvida a partir de um duplo movimento metodológico e concomitante: técnicas de geoprocessamento, acercadas ao trabalho de campo e a construção do material didático. No trabalho a campo, foram coletadas 80 amostras de água, para indicadores químicos e biológicos, entre a primavera/2019 e inverno/2020. A caracterização do uso e ocupação do solo e a construção dos mapas geostatísticos foram executados com imagens obtidas no site da Copernicus Open Access Hub, satélite Sentinel 2, sensor de 10m e processadas no *software Qgis*, versão 2.18, classificação supervisionada. Objetivando consolidar a pesquisa, efetuou-se a análise estatística no *Software Estatístico R*, versão 3.6.3, entre os dados obtidos na classificação do uso do solo e indicadores da água. O referencial teórico para a elaboração dos roteiros didáticos foi fundamentado em documentos Nacionais da Educação Básica de Ensino e nas concepções metodológicas de Lévy (1956), Kolb (1984), Vygotsky (1988) e Jonassen (2012), sob a perspectiva colaborativa e participativa entre educandos e educadores, que propõem abarcar a formação educacional em sua integralidade. A produção acadêmica no decorrer da pesquisa foi organizada em quatro artigos, dois resumos expandidos, um capítulo de livro e um Produto Educacional, este último uma exigência do Mestrado Profissional. O percurso da pesquisa revelou a contaminação biológica do rio Itajaí-Açu para além de sua confluência e, em sua totalidade. Resultado este, que infere a necessidade de implantação de Planos Municipais de saneamento básico e de uso do solo em todos os municípios integrantes da bacia hidrográfica do Itajaí. Desafiar a retórica das leis e os contornos da gestão pública, bem como atentar para a educação ambiental na Educação Básica de Ensino é um esforço a ser continuado no sentido de realizar ações concretas, exercitando a crítica em face aos conflitos de gerenciamento ambiental, entre vida social e meio-ambiente, entre território e cidade, intervindo assim, integralmente em defesa ao meio ambiente e a dignidade do cidadão brasileiro.

**Palavras-Chave:** Uso e ocupação do solo. Qualidade da água. Roteiros didáticos.

## ABSTRACT

This paper analyzes the influence of land use and occupation on water quality in the largest watercourse in the Itajaí hydrographic basin, Itajaí-Açu River, located in the State of Santa Catarina. Searching using geoprocessing techniques associated with monitoring water quality, to understand the inappropriate uses of soil and water, as determinants of risk to the balance between natural and man-made factors. It also presents a proposal for didactic scripts, with a view to Elementary Education, with a theoretical-practical approach, oriented to the preservation of water resources. The research was developed from a double methodological and concomitant movement: geoprocessing techniques, close to fieldwork and the construction of didactic material. In the field work, 80 water samples were collected, for chemical and biological indicators, between spring / 2019 and winter / 2020. The characterization of land use and occupation and the construction of geostatistical maps were performed with images obtained from the Copernicus Open Access Hub website, Sentinel 2 satellite, 10m sensor and processed in Qgis software, version 2.18, supervised classification. In order to consolidate the research, a statistical analysis was carried out using Statistical Software R, version 3.6.3, between the data obtained in the classification of land use and water indicators. The theoretical framework for the elaboration of didactic scripts was based on National Basic Education Teaching documents and on the methodological conceptions of Lévy (1956), Kolb (1984), Vygotsky (1988) and Jonassen (2012), under the collaborative and participatory perspective between students and educators, who propose to cover educational training in its entirety. Academic production during the research was organized in four articles, two expanded abstracts, a book chapter and an Educational Product, the latter a requirement of the Professional Master's. The research path revealed the biological contamination of the Itajaí-Açu river beyond its confluence and in its entirety. This result, which implies the need to implement Municipal Plans for basic sanitation and land use in all municipalities that are part of the Itajaí hydrographic basin. Challenging the rhetoric of laws and the contours of public management, as well as paying attention to environmental education in Basic Education in Education is an effort to be continued in the sense of carrying out concrete actions, exercising criticism in the face of environmental management conflicts, between social and environment, between territory and city, thus intervening, fully in defense of the environment and the dignity of the Brazilian citizen.

**Keywords:** Land use and occupation. Water quality. Didactic scripts.

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>8</b>
<b>SEÇÃO I – MEMORIAL DESCRITIVO</b>	<b>11</b>
1.1 INTRODUÇÃO	11
1.2 PERCURSO FORMATIVO NA EDUCAÇÃO BÁSICA	11
1.3 PERCURSO FORMATIVO NO ENSINO SUPERIOR	12
1.4 PERCURSO PROFISSIONAL	13
1.5 PRODUÇÃO ACADÊMICA E O MESTRADO	15
<b>SEÇÃO II – ARTIGO FINAL: Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água no rio Itajaí-Açu, Santa Catarina</b>	<b>19</b>
1.1 INTRODUÇÃO	19
1.2 METODOLOGIA	21
1.2.1 Área de estudo	21
1.2.2 Monitoramento químico e biológico da água	24
1.2.3 Caracterização do uso e ocupação do solo	24
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
1.4 CONCLUSÃO	36
1.5 REFERÊNCIAS	37
<b>SEÇÃO III – PRODUTO EDUCACIONAL - MONITORAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS: PRÁTICAS AMBIENTAIS</b>	<b>41</b>
1.1 INTRODUÇÃO	41
1.2 ROTEIRO 1: ESTUDANTES CIENTISTAS	42
1.2.1 Fundamentação teórica e prática	42
1.2.2 Objetivos da aprendizagem e habilidade na BNCC	47
1.2.3 Considerações finais	47
1.3 ROTEIRO 2: O SUJEITO E O MUNDO	48
1.3.1 Fundamentação teórica e prática	49
1.3.2 Objetivos da aprendizagem e habilidade na BNCC	54
1.3.3 Considerações Finais	55
1.4 ROTEIRO 3: DA EXPERIMENTAÇÃO AO MUNDO	56
1.4.1 Fundamentação teórica e prática	57
1.4.2 Objetivos da aprendizagem e habilidade na BNCC	62
1.4.3 Considerações finais	63
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>68</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>71</b>

## APRESENTAÇÃO

Este trabalho tem por objetivo apresentar os resultados da pesquisa desenvolvida no âmbito do Mestrado Profissional em Tecnologia e Ambiente - PPGTA, iniciado no primeiro semestre de 2019 no Instituto Federal Catarinense – IFC, Campus Araquari.

A produção acadêmica no decorrer desse processo teve como eixo central a pesquisa intitulada “Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água no rio Itajaí-Açu, Santa Catarina”, que pretendeu a partir de técnicas de geoprocessamento associadas ao monitoramento da qualidade da água, compreender como usos inapropriados do solo tornam-se determinantes de risco ao equilíbrio entre os fatores naturais e antrópicos.

O tema da pesquisa surgiu em meio a discussões com profissionais da saúde, os quais relataram a grande incidência de pacientes enfermos advindos da ingestão de água contaminada na região da foz do rio Itajaí-Açu. A partir dos relatos identificados nessas manifestações, emergiu o projeto partindo da hipótese que o uso e ocupação do solo oriundos da intervenção humana ao longo do rio refletem na qualidade da água e nas condições ambientais de seu entorno.

O aprofundamento de conceitos nas disciplinas do curso de mestrado e o descortinar do geoprocessamento aplicado a saúde foi essencial para a consolidação do tema. Este, com vistas ao diagnóstico dos usos do solo e a qualidade da água do rio Itajaí-Açu, revelou a necessidade de planos de gestão municipais para o uso desses recursos naturais, uma vez que os mesmos encontram-se préstimo as atividades antrópicas. Contemplar a o monitoramento ambiental das águas na Educação Básica de Ensino, também foi possível com o desenvolvimento do Produto Educacional. Promover a inserção do educando como sujeito ativo no território em que vive desde sua tenra formação, proporciona o desenvolvimento de um ser capaz de atuar para o bem comum com discernimento e veemência por um mundo democrático e humanizado, reconhecendo os recursos naturais como parte de sua própria vida.

A pesquisa foi desenvolvida a partir de um duplo movimento metodológico e concomitante: técnicas de geoprocessamento, acercadas ao trabalho de campo e a construção do material didático.

No trabalho a campo, foram alocados cinco pontos de coleta de água, totalizando 80 amostras, para indicadores químicos: nitrito e nitrato e biológicos: coliformes totais e coliformes termotolerantes, entre a primavera/2019 e inverno/2020, desde a confluência do rio Itajaí-Açu, município de Rio do Sul, até o seu exutório, município de Navegantes. A caracterização do uso e ocupação do solo e a construção dos mapas geoestatísticos foram

executados com o auxílio do *software Qgis*, versão 2.18, pelo complemento *plugin dzetsaka* e Geoalgoritmo Determinístico Polinomial, *B-spline approximation*, respectivamente. A partir de imagens obtidas no site da *Copernicus Open Access Hub*, satélite *Sentinel 2*, sensor de 10m, efetuou-se o método de classificação supervisionada em cinco classes de uso da terra: urbanização, pastagem e campo aberto, agricultura, lagos e massas d'água e vegetação. A compilação entre as geoinformações e os resultados da análise de água consolidou o mapeamento geoestatístico.

O objetivo geral da pesquisa foi quantificar as classes, a partir de imagens de satélite, o uso e ocupação do solo às margens do rio Itajaí- Açu e as correlacionar com a qualidade da água nos indicadores químicos e biológicos deste rio, em diferentes pontos do território, a fim de diagnosticar a influência antrópica nesse ecossistema.

Para a consecução de tal objetivo, efetuou-se a análise estatística no *Software Estatístico R*, versão 3.6.3, para estatística descritiva, teste de normalidade dos dados (*Shapiro-Wilk*), seguido da análise de significância entre as variáveis (teste *Kuskall Wallis*), e posterior correlação entre os indicativos com aplicação do teste de *Spearman*.

A construção do Produto Educacional foi fundamentada metodologicamente em documentos Nacionais da Educação Básica de Ensino, Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e Currículo Base do Ensino Fundamental em Santa Catarina, e nas concepções metodológicas de Lévy (1956), Kolb (1984), Freire (1984), Vygotsky (1988), Jonassen (2012) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002). Sob a perspectiva colaborativa, participativa e tecnológica entre educandos e educadores, que propõem abarcar a formação educacional em sua integralidade, com atenção especial aos cursos hídricos consolidou-se o material. Sua elaboração envolveu três etapas: roteirização, ilustração e diagramação, estas realizadas com o uso dos *softwares Adobe Illustrator, Photoshop e InDesing*. A proposta Educação Ambiental e Ciência Tecnológica na Educação Básica adentra a formação integral, transcendendo para além contexto escolar, transformando o educando antes passivo, em um ser crítico e ativo no meio em que vive, disposto a lutar por problemas sociais e ambientais vigentes, exercendo a cidadania e transformando vidas. Destarte, mediar didaticamente a compreensão entre as variáveis ambientais e seus impactos na completitude ecossistêmica exige do educador um olhar de desvelo e planejamento .

O trabalho descrito a seguir foi organizado em três seções. Optou-se em apresentar o texto desta forma com o objetivo de contemplar todas as produções desenvolvidas ao longo da pesquisa, ampliando as possibilidades de discussão e divulgação de informações e conclusões

que essas apresentam.

A Seção I apresenta o Memorial Descritivo - “Percurso formativo e produção acadêmica” - trata do percurso formativo pessoal e profissional do autor da pesquisa e integra todas as produções científicas, relacionadas ao tema da pesquisa e as disciplinas realizadas durante o curso de Mestrado Profissional em Tecnologia e Ambiente.

A Seção II traz o artigo intitulado “Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água no rio Itajaí-Açu, Santa Catarina” que compõe a produção final do objeto de pesquisa. O artigo foi escrito com a colaboração do Professor Doutor Eduardo Augusto Werneck Ribeiro, orientador da pesquisa e docente do Programa de Mestrado Tecnologia e Ambiente – PPGTA, submetido à Revista de Geografia - UFPE.

Na Seção III, o texto divide-se em dois momentos: inicialmente se refere à organização e o planejamento do produto educacional intitulado “Monitoramento dos Recursos hídricos: práticas ambientais” e posterior fundamentação teórica e prática dos roteiros cognominados “Estudantes cientistas”, “O sujeito e o mundo” e “Da experimentação ao mundo”, abrangendo os objetivos da aprendizagem a competência na BNCC e as considerações finais para cada roteiro.

Por fim, o tópico considerações finais, destaca as principais conclusões da pesquisa e os questionamentos e desafios que o tema ainda suscita.

A pesquisa revelou a contaminação biológica do rio Itajaí-Açu para além de sua confluência e, em sua totalidade. Resultado este, que infere a necessidade de implantação de Planos Municipais de saneamento básico e de uso do solo em todos os municípios integrantes da bacia hidrográfica do Itajaí. Desafiar a retórica das leis e os contornos da gestão pública, bem como atentar para a educação ambiental na Educação Básica de Ensino é um esforço a ser continuado no sentido de realizar ações concretas, exercitando a crítica em face aos conflitos de gerenciamento ambiental, entre vida social e meio-ambiente, intervindo assim, integralmente em defesa ao meio ambiente.

## SEÇÃO I – MEMORIAL DESCRITIVO

### 1.1. INTRODUÇÃO

*“Ninguém ignora tudo, ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa. Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre”.*

*(Paulo Freire, 1987)*

Cada um de nós sabe algo e igualmente, ignora algo, mas entre o saber e o ignorar há um processo de construção: o da aprendizagem. Nesta seção, me propus a descrever parte desse processo de aprendizagem que compõe a minha história de vida.

Para tanto, este documento apresenta as diversas fases de formação e atuação como profissional no âmbito das Ciências Biológicas e na Educação Básica de Ensino. É feito um relato circunstanciado das atividades de pesquisa e ensino realizados no decorrer de minha carreira e das atividades acadêmicas desenvolvidas no curso de Mestrado Profissional Tecnologia e Ambiente - PPGTA. Além desta introdução, subseção 1, seguem outras quatro subseções. Na sequência é relatado meu Percorso Formativo da Educação Básica, seguido do Percorso Formativo do Ensino Superior e Formação Profissional, onde é apresentado a minha inserção e desenvolvimento como Bióloga e Professora de Ciências e Biologia para a Educação Básica. E, por fim na quarta subseção, a compilação das atividades acadêmicas realizadas ao longo do curso de mestrado.

### 1.2 PERCURSO FORMATIVO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Sou Isabel Cristina Bohn Vieira, nascida em 31 de janeiro de 1982 na cidade de União da Vitória/PR. Terceira filha de Nei Carlos e Beatriz Maria, cujo pai era trabalhador do comércio local, com formação Básica, antiga 8ª série e a mãe “do lar”, apenas alfabetizada. Nessa época, minha família residia no município de União da Vitória - PR, mas um ano após meu nascimento houve uma grande enchente no município, deixando a cidade sob o rio Iguaçu. Então, em busca de abrigo e trabalho, mudamos para o Extremo Oeste do Estado de Santa Catarina, cidade chamada São Miguel do Oeste.

Meus pais tiveram quatro filhos e, meu pai sempre foi o provedor do sustento da família. O trabalho sozinho como comerciante nunca foi fácil. Então, eu e minhas irmãs desde muito jovens, ainda no período da infância, trabalhávamos na rua vendendo artesanato para ajudar nas despesas do lar. Sempre intercalando entre o período trabalhado e a escola, ingressei

nas séries iniciais aos sete anos em Escola Pública Estadual – Colégio Estadual São Miguel, aonde cursei e concluí o Ensino Médio, no período noturno, aos 18 anos.

Apesar das dificuldades enfrentadas, a educação sempre foi algo almejado em minha história. Desde jovem, mesmo sem incentivo dos pais, sabia que a formação educacional abriria portas para uma realidade muito diferente a qual estava inserida. Nesse ínterim, rompendo paradigmas tradicionais arraigados da família, ingressei no Ensino Superior.

### 1.3 PERCURSO FORMATIVO NO ENSINO SUPERIOR

Ingressei no ano de 2001 na primeira turma de Bacharel em Ciências Biológicas na Universidade do Oeste de Santa Catarina- UNOESC, Campus São Miguel do Oeste. Aprovada um primeiro lugar no vestibular da rede Acafe, nunca foi o curso almejado. O desejo profissional era o curso de Farmácia – Análises Clínicas, entretanto como não havia na cidade aonde residia e a capital do Estado, Universidade Federal (UFSC) era muito distante, optei pelo curso que mais se aproximava da área.

Ao cursar Biologia, período noturno e aos sábados diurno, dediquei-me nas disciplinas de estágio I - 5º período, a área de Parasitologia, estágio II – 6º período, Monitoramento de Afluentes e Efluentes em Indústria Frigorífica e por fim nos 7º e 8º períodos chegou o Trabalho de Conclusão de Curso. Neste último, migrei para a área de Entomologia, pois não havia mais docentes com formação no Câmpus, para dar segmento nas áreas anteriores. Durante um ano, semanalmente aos domingos, realizei a coleta, alimentação de armadilhas e identificação da espécie *Anastrepha fraterculus* – mosca da fruta, em dois pomares de *citrus* (laranja), com orientação do Professor Doutor Flávio Roberto de Mello Garcia. A ele, sou grata por ter me direcionado ao mundo da iniciação científica. Como na época não publicávamos trabalhos acadêmicos, a pesquisa contribui para compor o mapeamento da espécie no Oeste do Estado de Santa Catarina, juntamente com outras pesquisas de acadêmicos da região, em produção divulgada apenas pelo professor orientador.

A obtenção do título em Bacharel em Ciências Biológicas ocorreu em fevereiro de 2005, quando me mudei para a cidade de Angelina, região da Grande Florianópolis, com proposta de trabalho para ministrar aulas nas disciplinas de Biologia, Química e Física no Ensino Médio da Educação Básica.

Ao adentrar no mundo educacional o encantamento profissional aconteceu. Como apenas tinha o título de Bacharel, precisava fazer a complementação pedagógica para a obtenção do título em Licenciatura e seguir na docência. Foi quando mudei novamente de



cidade, agora no município de Jaraguá do Sul- SC, cursei e concluí a complementação pedagógica pelo Centro Universitário de Jaraguá do Sul (UNERJ) – SC, o Programa Especial de Formação Pedagógica de Docentes, em fevereiro de 2008.

Já casada, no ano de 2009, por aprovação em concurso público do cônjuge, mudamos para uma pequena cidade na região do Alto Vale do Itajaí, denominada Salete (SC). Havia uma única escola no município e a disputa por vaga na disciplina de formação - Biologia, era acirrada. Então, em abril de 2010 concluí o curso de Pós-Graduação “*Latu-Sensu*” em Ciências Biológicas, com o intuito de obter maior pontuação em prova de títulos e conseguir vaga de trabalho em processo seletivo.

Passados nove anos longe do mundo acadêmico, período dedicado a maternidade, estabilização financeira e residencial e agora, residindo no município de Navegantes – SC, prestei no primeiro semestre de 2019, processo seletivo pelo Instituto Federal Catarinense para ingresso no curso de Mestrado Profissional em Tecnologia e Ambiente- PPGTA, Campus Araquari. Este, calhou com aprovação a realização de um sonho, que outrora tão distante.

#### 1.4 PERCURSO PROFISSIONAL

O ingresso formal ao mercado de trabalho, com registro em carteira, aconteceu aos 16 anos de idade, mas já trabalhava na informalidade desde os 12 anos. As atividades desenvolvidas nesse período oscilarem entre cuidadora de crianças, secretária e vendedora.

Antes mesmo de me formar em Ciências Biológicas trabalhei como auxiliar de laboratório em empresa de manipulação de cosméticos e medicamentos, no período entre 2003 a 2005. Desempenhando as funções de manipulação de cosméticos, medicamentos e análise química de produtos no laboratório de controle de qualidade da empresa. Em concomitante ao trabalho na empresa supracitada exerci, entre o período de 05 de fevereiro de 2003 a 22 de maio de 2003 a aplicação do projeto de Estágio II da graduação, intitulado a Análise Química de Afluentes e Efluentes Industriais, da empresa Cooperativa Agropecuária Itapiranga. As funções inerentes a este pleito compreenderam a análises químicas e biológicas da água utilizada nos processos industriais.

Logo após a formatura em março de 2005, fui convidada, a ministrar aulas das disciplinas de Biologia, Química e Física para o Ensino Médio da Rede Estadual de Ensino. Exerci o cargo como Professor em Caráter Temporário na rede nos anos de 2005 a 2009 e também de 2011 a 2015. No ano de 2009 fui convidada para assumir o cargo de gestora escolar na educação básica na rede municipal de ensino na cidade de São Miguel do Oeste, Santa

Catarina, afastando-me assim, da rede Estadual de Ensino por dois anos.

Em fevereiro de 2013 iniciei a docência na rede privada de ensino no Colégio Sinergia, município de Navegantes - SC, aonde estabeleço vínculo até a presente data, desempenhando a função como professora de Ciências no Ensino Fundamental Anos Finais. O desempenho da função compreende 20 horas semanais em regime celetista.

Conforme a portaria nº 3143 de 06 novembro de 2017, fui nomeada por concurso público edital 001/2013 a exercer o cargo efetivo de professor do Ensino Fundamental da disciplina de Ciências, na Rede Pública Municipal de Ensino na cidade de Navegantes - SC. O cargo assumido em regime estatutário, 20 horas semanais perfaz até a presente data.

Com o ingresso na rede privada de ensino tenho até então, a oportunidade de participar anualmente dos cursos de formação “Jornada Pedagógica” oferecido pelo Sinepe/SC aos professores da rede particular de ensino, realizado no município de Florianópolis - SC. Também, ao longo dos anos fui convidada a ministrar algumas palestras na área Educacional e como Bióloga, primeira formação. Estas, listadas abaixo:

- Palestra “Dia Mundial do Meio ambiente”, realizada no dia 03 de junho de 2016. Perfazendo a carga horária de 3 horas. Instituição: Sinergia Sistema de Ensino LTDA.

- Palestra “Dia Mundial da Água”, realizada no dia 24 de março de 2017. Perfazendo a carga horária de 3 horas. Instituição: Sinergia Sistema de Ensino LTDA.

- Palestra “Ambientalização e sustentabilidade”, realizada no dia 19 de abril de 2017. Curso/Instituição: Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade do Oeste de Santa Catarina - Unoesc - Campus Videira, SC.

- Palestra “Educação: escola e educação ambiental”, realizada no dia 20 de julho de 2017. Curso/Instituição: Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade do Oeste de Santa Catarina - Unoesc - Campus Videira, SC.

- Palestra “Princípios da Bioética”, realizada no dia 27 de abril de 2018. Curso/Instituição: Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade do Oeste de Santa Catarina - Unoesc - Campus Videira, SC.

- Palestra “Consciência e Sustentabilidade do Meio Ambiente”, realizada no dia 19 de outubro de 2018. Perfazendo a carga horária de 3 horas. Instituição: Sinergia Sistema de Ensino LTDA.

Também anualmente na mesma empresa, realizo a produção técnica da Feira Anual de Ciências com abrangência aos discentes do Colégio Sinergia (Ensino Fundamental e Ensino Médio) e escolas da rede estadual e municipal de Navegantes, SC. Eventos estes, com eixos

temáticos em consonância com os documentos norteadores para a Educação Básica: Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e com a Proposta Curricular de Santa Catarina.

Com vínculos empregatícios concomitantes, abarco até a presente data, jornada de trabalho de 40 horas semanais na rede Pública e Privada de Ensino com função de professora da disciplina de Ciências para as séries finais do Ensino Fundamental II e também, aluna do programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional Tecnologia e Ambiente – PPGTA.

### 1.5 PRODUÇÃO ACADÊMICA E O MESTRADO

No que se refere à produção acadêmica ou científica minha atuação, até o ingresso no mestrado, havia sido pouco expressiva. No Ensino Superior e por todo o percurso de atuação profissional, situações como falta de orientação e compreensão do processo de produção acadêmica, somado a cargas horárias estendidas de trabalho, fizeram com que a pesquisa, a produção acadêmica e a ascensão a níveis mais elevados de formação permanecessem mais distantes.

Contudo, com o ingresso no programa de Mestrado Profissional (PPGTA), no Instituto Federal Catarinense a realidade supracitada foi disruptiva. Muitas foram as atividades acadêmicas desenvolvidas e outras ainda seguirão em processo. A seguir, as produções serão listadas em tabelas e divididas em segmentos para melhor compreensão: produção científica de disciplina; produção científica da pesquisa e produção científica do produto, bem como as horas complementares de cursos na área.

Foram submetidos e publicados dois artigos construídos nas disciplinas do Programa de Mestrado – PPGTA, e um com matrícula especial (nº 201913700018) em Programa de Mestrado Clima e Ambiente no Instituto Federal de Santa Catarina -IFSC, Campus Itajaí. Destes, dois em parceria com colegas do curso, mas todos sob a orientação do Professor Doutor Eduardo Augusto Werneck Ribeiro (tabela 1).

**Tabela 1.** Artigos Publicados referente as disciplinas

Disciplina	Título do Artigo/DOI	Revista
Geomática para monitoramento e interpretação de dados ambientais (IFSC)	Mapeamento da área de preservação permanente na margem norte do rio Itajaí-Açu em área urbana consolidada <a href="http://doi.org/10.21166/metapre.v1i0.641">http://doi.org/10.21166/metapre.v1i0.641</a>	Metodologias e Aprendizado ISSN: 2674-9009
Geoprocessamento e monitoramento ambiental	Estudos do crescimento urbano no município de Ilhota – SC, no período de 1999 -2019	Metodologias e Aprendizado

	<a href="https://doi.org/10.21166/metapre.v2i0.1010">https://doi.org/10.21166/metapre.v2i0.1010</a>	ISSN: 2674-9009
Geoprocessamento e monitoramento ambiental	Mapeamento da COVID-19 na macrorregião de saúde da foz do Rio Itajaí <a href="https://doi.org/10.21166/metapre.v3i0.1296">https://doi.org/10.21166/metapre.v3i0.1296</a>	Metodologias e Aprendizado ISSN: 2674-9009

Fonte: organizado pelos autores, 2020.

As produções científicas referente a pesquisa central, intitulada “Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água no rio Itajaí-Açu”, constam na tabela 2. Algumas ainda seguem em andamento devido a atrasos dos organizadores, gerados em torno da pandemia de COVID-19. Foram apresentados em Simpósios, formato online, dois resumos expandidos referente aos resultados parciais da pesquisa. Estes, em virtude a alto conceito em avaliação, receberam publicação especial como capítulo de livro e segunda publicação em revista científica. Também, optou-se pela submissão internacional de artigo com resultados parciais da pesquisa. O artigo final do trabalho acadêmico foi submetido em revista *Qualis* (B3), quesito mínimo exigido pelo programa de mestrado para o obtenção do título (tabela 2).

**Tabela 2.** Produções científicas referente a pesquisa

<b>Atividade</b>	<b>Modalidade/Título</b>	<b>Publicação</b>
Simpósio Brasileiro de Biogeografia ANAP/FCT/UNESP	Resumo expandido e Apresentador/Resultados Parciais Efeito do uso e ocupação do solo na qualidade da água em bacia hidrográfica no Estado de Santa Catarina	Anais do Simpósio Brasileiro de Biogeografia ISBN: 978-65-86753-06-6
Simpósio Brasileiro Online de Gestão Urbana - IV SIBOGU PPGARQ/UNESP	Resumo expandido e Apresentador/ Resultados Parciais Monitoramento químico e biológico da qualidade da água em bacia hidrográfica no Estado de Santa Catarina	Anais do Simpósio Brasileiro Online de Gestão Urbana ISBN: 978-65-86753-13-4
Publicação de Capítulo de livro	Capítulo de livro/ Efeito do uso e ocupação do solo na qualidade da água em bacia hidrográfica no Estado de Santa Catarina	Editora ANAP ISBN: 978-65-86753-22-6
Publicação de Artigo	Artigo/2ª indicação de Simpósio Monitoramento químico e biológico da qualidade da água em bacia hidrográfica no Estado de Santa Catarina  DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.17271/1980082716820202693">http://dx.doi.org/10.17271/1980082716820202693</a>	Fórum Ambiental da Alta Paulista (ISSN: 1980-0827)

Publicação de Artigo Internacional	Artigo Completo/ Resultados Parciais Influence of the use and occupation of soil in water quality in watershed in the state of Santa Catarina, Brazil URL da submissão: <a href="https://jurnal.unej.ac.id/index.php/GEOSI/authorDashboard/submission/20533">https://jurnal.unej.ac.id/index.php/GEOSI/authorDashboard/submission/20533</a>	Indonesian Geosfera (GEOSI) (ISSN: 2614-8528)
Publicação de Artigo <i>Qualis</i> B3 (Ciências ambientais)	Artigo Completo/ Resultado Final Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água no rio Itajaí-Açu, Santa Catarina URL da submissão: <a href="https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/author/submission/248822">https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/author/submission/248822</a>	Revista de Geografia (UFPE) (ISSN: 2238-6211)

Fonte: organizado pelos autores, 2020.

Também, segue abaixo a produção científica resultante da construção do produto educacional, intitulado: “Monitoramento dos recursos hídricos: práticas ambientais (tabela 3). Foram produzidos e submetidos três artigos, cada um referente a um roteiro didático, que abordaram como tema geral “Práticas ambientais e tecnológicas para o Ensino na Educação Básica”.

**Tabela 3. Artigos submetidos referente ao produto educacional**

Revista	Título do Artigo/ Submissão
Revista Brasileira de Educação Ambiental RevBEA ISSN: 1981- 1764 ( <i>Qualis</i> B2/Ciências ambientais)	Práticas de Educação Ambiental: Estudantes Cientistas URL da submissão: <a href="https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/authorDashboard/submission/10818">https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/authorDashboard/submission/10818</a>
Revista Geografia, Ensino & Pesquisa REGEP ISSN: 2236- 4994 ( <i>Qualis</i> B3/Ciências ambientais)	Sujeito e o Mundo: a aplicação das geotecnologias no ensino da Geografia como perspectiva de integralidade URL da submissão: <a href="https://periodicos.ufsm.br/geografia/author/submission/54517">https://periodicos.ufsm.br/geografia/author/submission/54517</a> Carta de Aceite em anexo.
Revista Ciência&Ideias ISSN: 2176- 1477 ( <i>Qualis</i> B1/Ensino)	Da Experimentação ao Mundo: práticas ambientais aplicadas como perspectiva de integralidade URL da submissão: <a href="https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/author/submission/1745">https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/author/submission/1745</a>

Fonte: organizado pelos autores, 2020.

Por fim, completando os segmentos citados no início desta subseção, algumas atividades complementares foram realizadas ao longo do curso. A fim de validação como horas

complementares obrigatórias na ementa do programa, foram apresentados três certificados a coordenação acadêmica totalizando 36 horas. Também, foi efetivado o registro de Patente Requerida durante na disciplina de Propriedade Intelectual, ministrada pelo Professor Doutor Eduardo Augusto Werneck Ribeiro, com apoio de colegas de classe (Tabela 4).

**Tabela 4. Eventos e Patente de Invenção**

Evento	Classificação do evento/título	Carga horária
IX Simpósio Nacional de Geografia da Saúde (GEOSAÚDE)	Minicurso/ Introdução ao Geoprocessamento Aplicado à Saúde.	04 horas
1º Ciclo de Seminário Sinergia 2019	Palestras/ Desenvolvimento humano, Qualidade de Vida e Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.	08 horas
Geosaber	Curso/ Geoprocessamento Qgis 3.10, ministrado por Sidney Schaberle Gouveia	24 horas
Patente de Invenção Instituto Nacional da Propriedade Industrial	Cerveja de Lírio-do-brejo (HEDICHYUM CORONARIUM) Processo nº BR 10 2019 027396 8	-

Fonte: organizado pelos autores, 2020.

Conforme abordado, muitas foram as atividades desenvolvidas desde o ingresso no programa PPGTA, em abril de 2019. Contudo, há muito a se construir e reconstruir nesse processo de aprendizagem que é a nossa vida, nada é eterno, o conhecimento é efêmero e dinâmico. E, como cita Freire (1982, p. 33), “[...] todo amanhã se cria num ontem, através de um hoje [...]. Temos de saber o que fomos, para saber o que seremos. Sigamos nossa jornada!

## SEÇÃO II – ARTIGO FINAL: Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água no rio Itajaí-Açu, Santa Catarina

**Resumo:** Os usos inapropriados dos recursos hídricos pelas ações antropogênicas, colocam em risco o equilíbrio entre os fatores naturais e antrópicos. Nesse ensejo, o presente trabalho tem como objetivo entender quais são as relações entre o uso e ocupação do solo e qualidade da água, ao longo do rio Itajaí-Açu, o maior curso d'água da bacia hidrográfica do rio Itajaí, localizado no Estado de Santa Catarina. Para análise da qualidade da água, foram coletadas 80 amostras, nos indicadores químicos e biológicos, entre a primavera/2019 e inverno/2020. A caracterização do uso e ocupação do solo foi executada com imagens obtidas no site da Copernicus Open Access Hub, satélite Sentinel 2, sensor de 10m e processadas no *software Qgis*, versão 2.18, classificação supervisionada. Objetivando consolidar a pesquisa, efetuou-se a correlação estatística no *Software Estatístico R*, versão 3.6.3. Os resultados obtidos apontaram para a contaminação química e biológica significativa ao longo de todo o curso hídrico, bem como a contaminação biológica à montante da confluência do rio. A falta de saneamento básico e a ausência ou precariedade de um plano de gestão para o uso adequado do solo nos municípios às margens do rio Itajaí-Açu ficou evidenciado na presente pesquisa.

**Palavras-chaves:** Bacia hidrográfica. Correlação Estatística. Qualidade da água. Uso e ocupação do solo.

### 1.1 INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são indispensáveis para o crescimento da economia de um território, bem como para o provimento da manutenção das atividades básicas à sobrevivência humana. No entanto, as atividades humanas realizadas no seu entorno têm provocado significativa queda na qualidade da água e na biodiversidade, decorrente das alterações do ambiente físico, químico e biológico (OKUMURA et al., 2020)

A expansão das áreas agrícolas, o aumento dos aglomerados urbanos, a exploração dos recursos naturais, são exemplos de ações antrópicas que provocam rápidas alterações na cobertura do solo e, aliadas ao desenvolvimento contínuo e mal planejado, geram impactos ambientais e socioeconômicos (SANTOS et al., 2019).

Diante desse panorama, diversos estudos têm apresentado uma relação direta entre o uso do solo, manutenção de cobertura vegetal e as alterações na qualidade da água dos cursos hídricos. Conforme trabalho realizado por Freire e Castro (2014) em bacia hidrográfica no Estado do Espírito Santo, houve correlação positiva forte de 0,87 entre o Índice de Degradação da Água (associada a pouco oxigênio dissolvido e alta concentração de nitratos) e o Índice de Atividade Humana do Solo (associado a exposição do solo e a pastagem). Pereira (2016) em estudo na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, obteve alta correlação com as concentrações dos

nutrientes na água, oriundos da ocupação humana ao entorno da bacia e evidenciou a importância do estudo do uso e ocupação do solo na qualidade de corpos hídricos. Já, Cornelli et al. (2016), afirmou que a mata nativa presente em subbacias no município de Caxias do Sul, RS, é capaz de atenuar a carga de poluentes lançadas no curso hídrico melhorando qualidade da água.

Bacias hidrográficas são áreas drenadas por um rio ou sistema fluvial que deságua em um ponto comum, onde as águas das chuvas escoam superficialmente ou se infiltram no solo, formando nascentes, cursos de água e recarregando lençóis freáticos (FURLAN; FILIPINI; REIS, 2016). Contudo, drasticamente, desde os primórdios, as bacias hidrográficas servem como recipientes dos poluentes da terra e da atmosfera, haja vista que, o ser humano estabeleceu-se às margens dos rios, onde desenvolveu seus aglomerados urbanos e industriais. Por serem consideradas como unidade de planejamento ou unidade espacial, no qual um conjunto de terras topograficamente drenadas por um curso d' água e seus afluentes são integrados a uma área de terra, emerge a preocupação com o seu manejo e manutenção salutar dos recursos (MARTINS; LOPES; SIMEDO, 2015).

Em 1997, buscando prover a manutenção desses cursos hídricos, a Lei nº 9.433 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) no Brasil, conhecida como a “Lei das Águas”. Esta, por sua vez, além de contribuir para a Gestão dos Recursos Hídricos no país, incorporou a participação social na gestão destes recursos, implementando a participação de órgãos e agências, Conselhos, Nacional e Estadual de Recursos Hídricos e por Comitês de Bacias Hidrográficas (BRASIL, 1997).

Esses órgãos intermedeiam as relações entre Federação, Estado e Município e abarcam em sua composição, representantes do poder público, usuários de água e sociedade civil. Seus atores, articulam o diálogo e formulam os Planos Nacionais de Recursos Hídricos e Planos de Bacias, onde são dadas as diretrizes para o planejamento das bacias hidrográficas e gestão da água, bem como seu monitoramento.

O monitoramento é um dos instrumentos de gestão estabelecidos na Política Nacional de Recursos Hídricos, com vistas ao enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes da água. Para este enquadramento, com base nas orientações legais que tratam da qualidade das águas no Brasil, a resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para os corpos de água superficiais, estabelecendo parâmetros e/ou limites individuais a cada indicador a ser analisado (BRASIL, 2005). Os parâmetros químicos, físicos e biológicos mensurados em um



corpo hídrico podem indicar o grau de contaminação das águas e oferece a base no gerenciamento do referido recurso, auxiliando na tomada de decisão, foco na manutenção, remediação e proteção do mesmo.

Nesse contexto, o desenvolvimento de políticas e diretrizes voltadas ao planejamento territorial com vistas a qualidade das águas nas bacias hidrográficas e sua ocupação, proporcionando o desenvolvimento sustentável, a identificação do uso e ocupação do solo se faz necessária (ASCIUTTI; STANGANINI; MELANDA, 2019). O uso de imagens de satélite e ferramentas de geoprocessamento permitem a geração de dados da superfície, reconhecimento a dinâmica de ocupação e utilização da terra, bem como o acompanhamento da evolução e da transformação do território brasileiro no controle dos impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente.

Conforme Silva (2015), a interpretação de imagens de satélite associado aos parâmetros de qualidade da água em um rio, permite diagnosticar a condição atual do rio, identificar os problemas mais relevantes de qualidade da água e correlacionar com o comprometimento do uso e ocupação do solo. Esse monitoramento é capaz de contribuir para consubstanciar a importância da preservação dos recursos naturais, e consequente qualidade de vida e de saúde da população que vive a suas margens ou em área adstrita.

Destarte, o objetivo da presente pesquisa consistiu em quantificar as classes, a partir de imagens de satélite, o uso e ocupação do solo às margens do rio Itajaí- Açú, o maior curso d'água da bacia do rio Itajaí, localizado no Estado de Santa Catarina, e as correlacionar com a qualidade da água nos indicadores químicos e biológicos deste rio, durante quatro estações do ano, em diferentes pontos do território, a fim de diagnosticar a influência antrópica nesse ecossistema nos diferentes períodos.

## 1.2 METODOLOGIA

Nesta seção foi abordado a descrição da área de estudo, o monitoramento químico e biológico de água e a caracterização do uso e ocupação do solo da presente pesquisa.

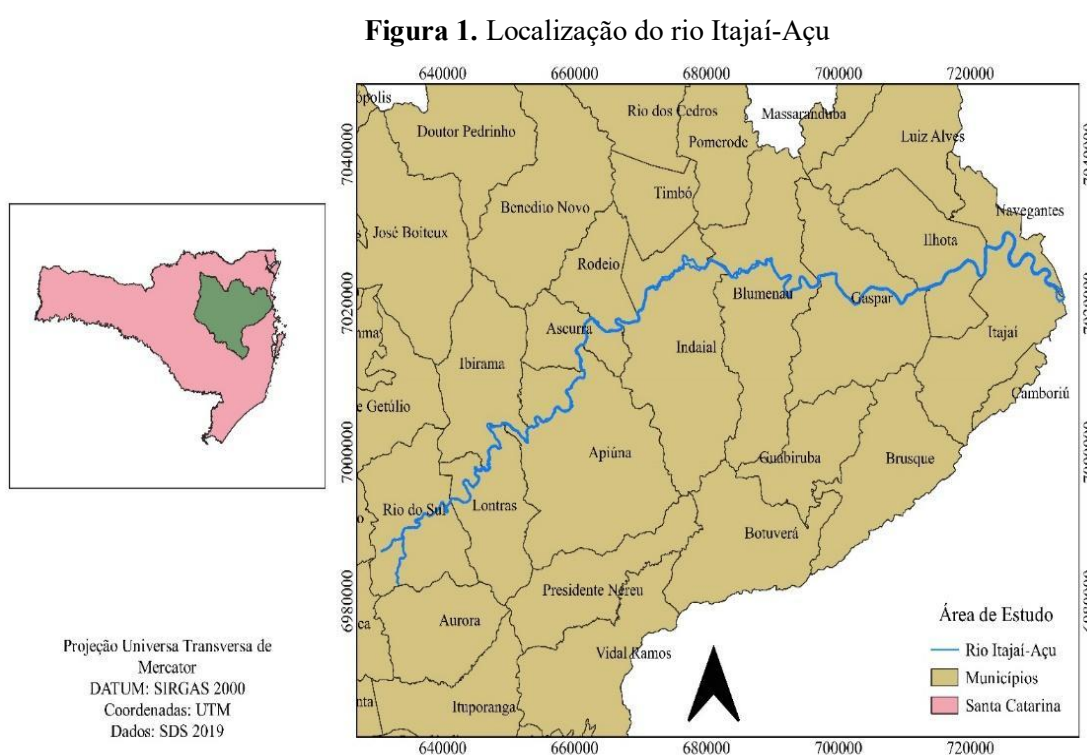
### 1.2.1 Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Itajaí tem uma área total de 15,000 km<sup>2</sup>, que corresponde a 16,15% do território catarinense, com aproximadamente 1.466.885 habitantes, segundo dados IBGE. Esta parcela populacional da bacia, 18,6% dos habitantes do estado, produz diariamente uma quantidade aproximada de 234.701,67 m<sup>3</sup> de efluentes domésticos (IBGE, 2020).

Abrangendo 52 municípios em seu território, a bacia do Itajaí se divide naturalmente em sete sub-bacias hidrográficas principais. Seu relevo indica uma grande diversidade e complexidade geocológica, suscetível à dinâmica dos processos erosivos ação antropogênica e consequente fragilidade ambiental. O clima da bacia do Itajaí é caracterizado por uma média anual entre 19 e 21<sup>o</sup>C, por um verão quente e úmido e um inverno ameno. A média de chuvas é de 120 a 180 dias no ano (PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO ITAJAÍ, 2010).

O maior curso d'água da bacia do Itajaí é o rio Itajaí-Açu, formado pela junção dos rios Itajaí do Oeste e Itajaí do Sul, no município de Rio do Sul. Com 12 municípios em suas margens, o rio Itajaí-Açu movimentava economicamente a agricultura e pecuária no estado de Santa Catarina, ao longo de seus 188,0 Km de comprimento e 2.780,0 Km<sup>2</sup> de área. (PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO ITAJAÍ).

A localização do rio Itajaí-Açu está representada pela figura 1.

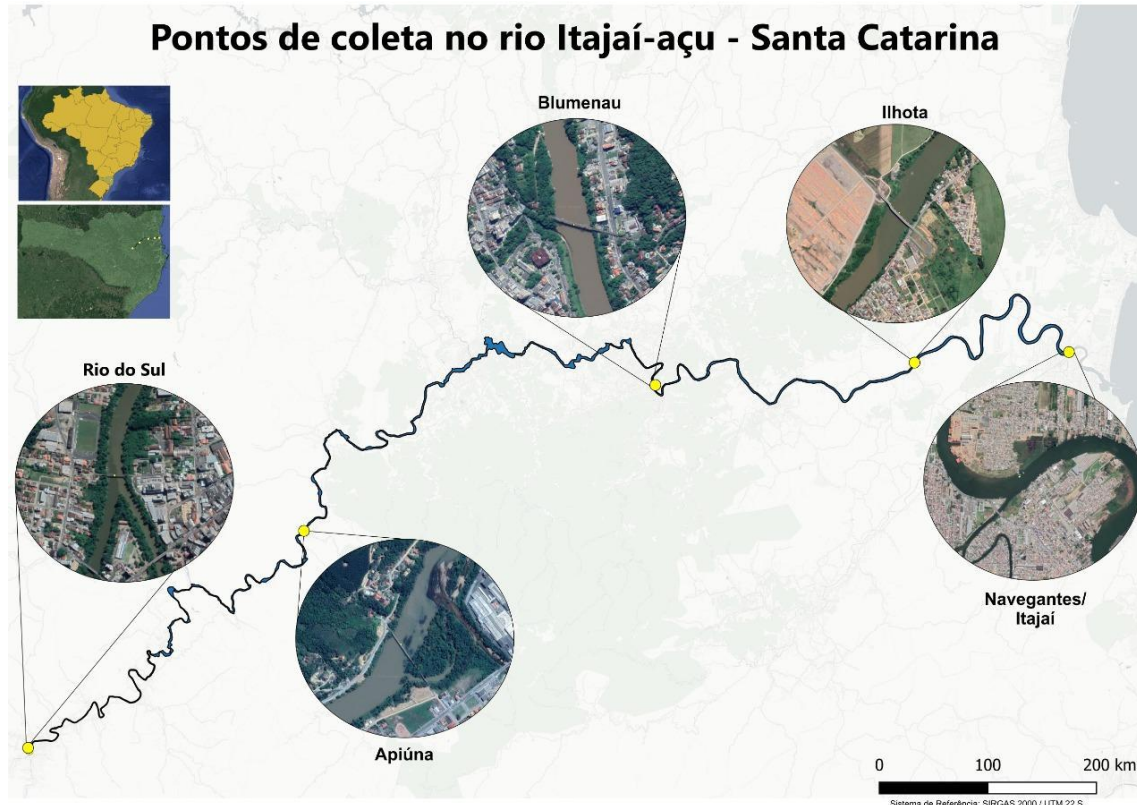


Fonte: organizado pelos autores, 2020.

Foram alocados cinco pontos de coleta de água ao longo do rio Itajaí-Açu para o estudo do monitoramento da qualidade da água, como mostra a figura 2. O primeiro ponto, por ser a formação do rio no município de Rio do Sul e o último por ser a foz, no município de Navegantes. A escolha dos demais pontos de coleta sucederam-se em ordem a partir do primeiro

com predilação por área de vegetação, município de Apiúna, área urbana, município de Blumenau e área de campo aberto (loteamento), município de Ilhota.

**Figura 2.** Indicação dos pontos amostrais ao longo do rio Itajaí-Açu



Fonte: organizado pelos autores, 2020.

O plano amostral por estação sazonal e número amostral foi embasado na literatura por diferentes autores, em diferentes locais do Brasil. Segundo De Mendonça, et al. (2016) em análise de córrego no Estado de Minas Gerais, houve variância média entre as estações de seca e chuva ou entre os pontos monitorados com duas coletas anuais em dois pontos, resultando em suficiência para descrever o comportamento da qualidade da água na bacia. Conforme estudo de Andrietti et al. (2016), maiores concentrações de poluentes em função da sazonalidade, para os parâmetros coliformes totais e nitrito são reportados nos períodos de chuva em rio Caibi, no Estado do Mato Grosso. Lima, Bethonico e Vital (2015), em estudo de bacia hidrográfica no Estado de Roraima em dados amostrais nos meses dezembro de 2014 e fevereiro de 2015 (período da seca), maio e julho de 2015 (período da cheia); totalizando 26 amostras em quatro datas distintas para análises microbiológicas e físico-químicas em cada período confirmaram que qualidade da água relaciona-se diretamente com a forma de uso e ocupação das áreas em uma bacia hidrográfica.

### 1.2.2 Monitoramento químico e biológico da água

Os parâmetros utilizados como variáveis para fazer o monitoramento da qualidade da água do rio Itajaí-Açu, foram selecionados conforme a Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Como indicadores químicos: nitrito e nitrato; e biológicos: coliformes termotolerantes e coliformes totais, nas estações primavera, verão (2019), outono e inverno (2020).

A predileção de análise dos indicadores nitrito e nitrato em águas superficiais, atua como desígnio respectivamente, na ocorrência de processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica e no escoamento de terras agrícolas para rios e riachos devido ao uso de fertilizantes na agricultura (FONSECA, 2017). Já, o grupo biológico coliformes, por habitar o intestino de mamíferos, inclusive do ser humano, a sua presença no ambiente aquático é indicador de contaminação fecal, sendo considerado o bioindicador básico no parâmetro das legislações relativas à água para consumo humano, bem como, no monitoramento da qualidade de águas destinadas a potabilidade e balneabilidade (NUNES, 2019).

Conforme o plano amostral apontado na figura 2, nos indicadores supracitados, foram realizadas quatro coletas contemplando as quatro estações sazonais, totalizando 80 amostras ao longo do rio Itajaí-Açu. As amostras foram analisadas pela Central de Laboratórios de Ensaio Analíticos, UNIVALI – CLEAN, no município de Itajaí - SC, que seguiu as referências normativas *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (GREENBERG; CLESCERI; EATON, 1992).

### 1.2.3 Caracterização do uso e ocupação do solo

A execução do trabalho aconteceu a partir do descarregamento gratuito dos arquivos com imagens das margens rio Itajaí-Açu no site da Copernicus Open Access Hub, programa da Agência Espacial Europeia (ESA). Foram obtidas imagens do satélite Sentinel 2, sensor de 10m (*Bottom of Atmosphere*), com cenas das áreas de órbita T22JGR, T22JFQ e T22JFR datadas de agosto de 2019. Com o *software Qgis* - versão 2.18, efetuou-se a composição de bandas falsa cor, B08, B03, B04 e posterior mosaico com as bandas B04, B03, B02 delimitando assim, a área paralela às margens um *buffer* de 300 metros. A classificação foi sucedida por meio do complemento *Dzetsaka Plugin*, automático, em cinco classes: urbanização, pastagem e campo

aberto, agricultura, lagos e massas d'água e vegetação, conforme demonstra o quadro 1.

Com o *plugin dzetsaka*, método de classificação supervisionada desenvolvido por Nicolas Karasiak, o qual utiliza um classificador GMM (*Gaussian Mixture Model*), ou Modelo de Mistura Gaussiana, foi realizado o processo automático de classificação do *raster* em falsa cor com as amostras criadas. Com a imagem *raster* classificada, validou-se as feições identificadas pelo algoritmo com a imagem de cor verdadeira.

**Quadro 1.** Classes utilizadas para treinamento do algoritmo na classificação supervisionada

Código da Feição	Nome da Classe	Exemplo da Interpretação
1	Urbanização	Áreas residências, infraestrutura, rodovias, edificações isoladas e áreas industriais.
2	Pastagem e Campo Aberto	Pastagem de animais, campos abertos sem animais, campos de futebol, terrenos baldios.
3	Agricultura	Rizicultura, bananicultura e outros plantios identificados.
4	Lagos e Massa d'água	Açudes artificiais, banhados e entrada de rios.
5	Vegetação	Remanescentes vegetais de Floresta Ombrófila Densa (FOD), capoeirões, arbustos e reflorestamentos.

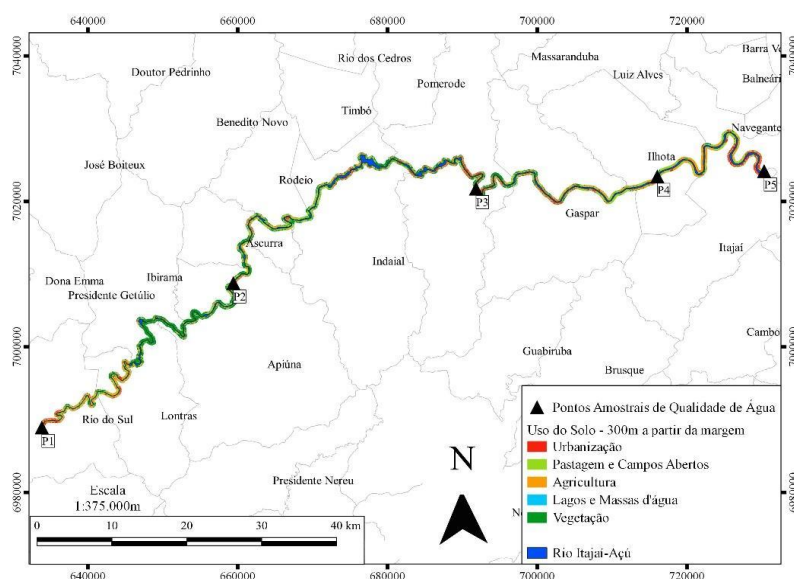
Fonte: organizado pelos autores, 2020.

Em seguida a imagem classificada foi transformada para o formato *shapefile*, gerando polígonos para as classes identificadas, onde foi quantificada a área de cada classe por trecho ao longo do rio (figura 3).

Conforme Ascitti, Stanganini e Melandato (2019) o *software Qgis* é uma ferramentas viável no levantamento de uso e ocupação do solo utilizando imagens aéreas em estudo de Bacia Hidrográfica. Ykeizumi, Vieira e Kroth (2019), afirmam que o sistema de geoprocessamento utilizando o *plugin dzetsaka* para a pesquisa de imagens e geração de mapas de uso da terra, favorece à caracterização e o dimensionamento das práticas do uso do solo.

A caracterização do uso e ocupação do solo foi distribuída em quatro trechos amostrais, sendo considerado o trecho 1, do ponto de coleta de água na formação do rio (P1) até o ponto 2 (P2); trecho 2 do ponto de coleta de água 2 (P2) até o ponto 3 (P3); sucessivamente, trechos 3 e 4 (foz).

**Figura 3.** Classes de uso e ocupação do solo no rio Itajaí-Açu



Fonte: organizado pelos autores, 2020.

Para consolidar o objetivo proposto nesta pesquisa, correlação entre o uso e ocupação do solo e a qualidade da água, utilizou-se do apoio do *Software* Estatístico R (*R Development Core Team, 2020*), versão 3.6.3, para estatística descritiva, teste de normalidade dos dados (Shapiro-Wilk), seguido da análise de significância entre as variáveis (teste Kuskall Wallis), e posterior correlação entre os indicativos com aplicação do teste de Spearman.

### 1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram classificados 109,16 km<sup>2</sup> de áreas nos 300 metros do *buffer* às margens do rio Itajaí-Açu, desde a sua confluência (P1) até a estação amostral 5 (P5), próximo da foz do rio.

Conforme dados representados abaixo na tabela 2, a classe de uso do solo mais representativa foi a vegetação com 34,42% (37,57 Km<sup>2</sup>) de cobertura, seguida das pastagens e campos abertos com 27,83% (30,38 Km<sup>2</sup>), agricultura 18,18% (19,85 Km<sup>2</sup>) e urbanização com 16,59% (18,11 Km<sup>2</sup>).

De acordo com a tabela 2, podemos contabilizar que a área de estudo apresenta 62,6% de seu território sob a influência antrópica o que caracteriza um ambiente severamente alterado. Resultados semelhantes foram obtidos por Santos et al. (2019), em monitoramento de bacia hidrográfica no Estado de Goiás e por Almeida, Bayer e Ferreira Junior (2016) em bacia hidrográfica no Estado de Tocantins. Corroborando com os autores, este presente estudo no que diz respeito às atividades de uso e ocupação do solo, ratifica-se as fragilidades ambientais, as

quais poderão potencializar processos naturais, com intensificação de perda de solo por erosão e consequente assoreamento e diminuição da qualidade da água.

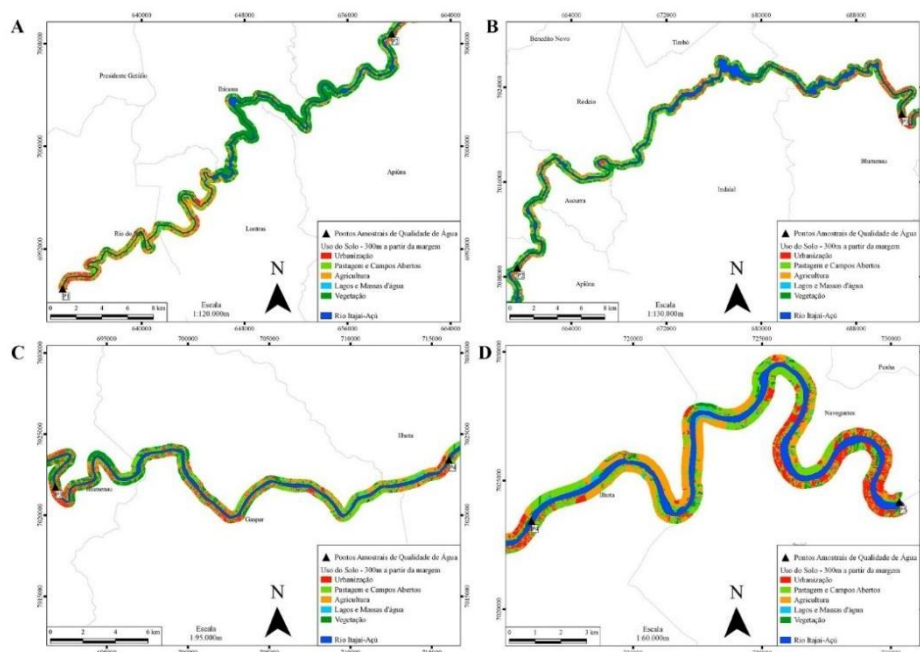
**Tabela 2.** Classificação do uso e ocupação do solo e suas respectivas áreas e percentuais de cobertura

Classe	Área [km <sup>2</sup> ]	% de cobertura
Urbanização	18,11	16,59
Pastagem e Campo Aberto	30,38	27,83
Agricultura	19,85	18,18
Lagos e Massa d'água	3,25	2,98
Vegetação	37,57	34,42
<b>Total</b>	<b>109,16</b>	<b>100</b>

Fonte: organizado pelos autores, 2020.

A classificação de uso e ocupação do solo por trecho amostral, está representado espacialmente nos mapas (figura 4), conforme classificador GMM (*Gaussian Mixture Model*), ou Modelo de Mistura Gaussiana, atestando a representatividade das classes.

**Figura 4.** Classes de uso e ocupação do solo no rio Itajaí-Açu por trechos



Fonte: organizado pelos autores, 2020.

O trecho 1, compreende o território entre a formação do rio Itajaí-Açu até o município de Apiúna (**figura 4a**); trecho 2 de Apiúna a Blumenau (**figura 4b**); trecho 3 de Blumenau a Ilhota (**figura 4c**) e por fim, trecho 4 de Ilhota ao município de Navegantes, foz do rio (**figura**



4d).

Os valores de cobertura territorial por área, nos quatro trechos que compõe o rio Itajaí-Açu, conforme plano amostral estão representados na tabela 3.

**Tabela 3.** Classificação do uso e ocupação do solo por trechos

Classe	Área [km <sup>2</sup> ]			
	Trecho 1	Trecho 2	Trecho 3	Trecho 4
Urbanização	4,25	5,69	4,36	3,81
Pastagem e Campo Aberto	7,38	10,19	6,68	6,13
Agricultura	5,69	5,02	3,61	5,53
Lagos e Massa d'água	0,86	1,12	0,74	0,53
Vegetação	16,55	14,73	5,03	1,26
<b>Total</b>	<b>34,73</b>	<b>36,75</b>	<b>20,42</b>	<b>17,26</b>

Fonte: organizado pelos autores, 2020.

Em análise de uso e ocupação do solo por trecho (tabela 3) as margens do rio Itajaí-Açu, verificou-se que no trecho 2, área compreendida entre os municípios de Apiúna a Blumenau, a classes urbanização (5,69 Km<sup>2</sup>); pastagem e campo aberto (10,19 Km<sup>2</sup>); e lagos e massa d'água (1,12 Km<sup>2</sup>), foram mais representativas em detrimentos aos outros trechos. Dados esses, justificados por Blumenau, conforme o último censo do IBGE, compor o maior índice populacional da bacia do Itajaí (309.011 habitantes) e o terceiro lugar no estado de Santa Catarina, evidenciando assim, a ação antrópica nesse território (IBGE, 2020).

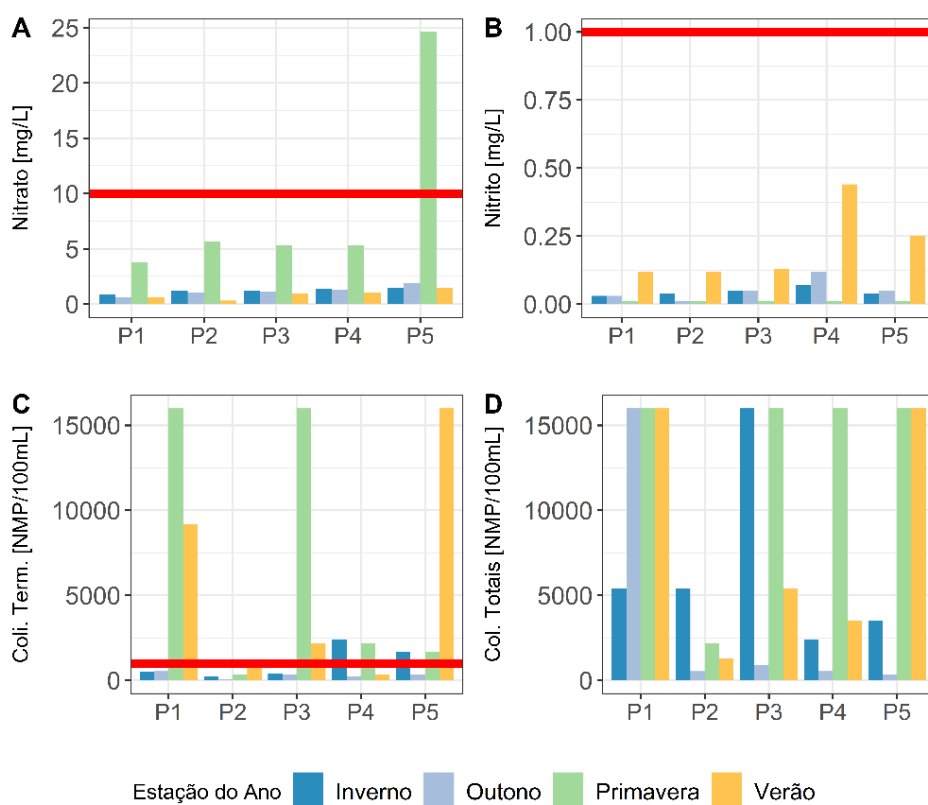
No trecho 1, compreendido entre a formação do rio Itajaí-Açu, no município de Rio do Sul, e Apiúna, foi destacado na representatividade na classe agricultura (5,69 Km<sup>2</sup>) e também na classe vegetação (16,55 Km<sup>2</sup>). Dados confrontados, conforme valores territoriais do IBGE e censo agropecuário, com os demais municípios de localização amostral, os municípios de Rio do Sul e Apiúna apresentam respectivamente, 32,43% e 22,56% da totalidade se seu território composto por matas e florestas, enquanto Blumenau, Ilhota e Navegantes apresentam respectivamente, 12,53%, 21,96% e 4,55% de seu território preservado. Isso demonstra que a área de preservação do território condiz com a área preservada de vegetação às margens do rio Itajaí-Açu. Entretanto, para a classe agricultura, considerando lavouras permanentes e temporárias, conforme dados do IBGE, o trecho 1 soma 10,2% do seu território com cultivos, o trecho 2 soma 4%, o trecho 3, 11,99% e o trecho 4 soma 16,99% de área territorial agricultável, valores que quando comparados com o uso do solo às margens do rio demonstrados



na tabela 3, apresentam discrepância entre os dados. Essa diferença revela que as áreas de cultivo se encontram mais distantes das margens do rio se comparado a totalidade do território.

Executando a análise descritiva das análises nos cinco pontos de coleta de água dos parâmetros químicos e biológicos, abarcando as quatro estações do ano, com o *Software Estatístico R* (R Development Core Team, 2020), obtivemos os resultados demonstrados na figura 5. A linha representada em vermelho nas figuras, corresponde aos padrões de potabilidade da água estabelecidos pela resolução n° 357/2005 do CONAMA.

**Figura 5.** Análise descritiva dos parâmetros químicos e biológicos da água no rio Itajaí-Açu



Fonte: organizado pelos autores, 2020.

Conforme os gráficos para os indicadores químicos, os valores de nitrato variaram de 0,31 mg/L no ponto 2 - verão, a 24,61 mg/L no ponto 5, primavera ( $\bar{X} = 3,057 \pm 5,34$ ; média e desvio padrão respectivamente), **figura 5a**. A desconformidade dos padrões de potabilidade da água em relação a resolução n° 357/200 do CONAMA observada na estação primavera em P5, região de foz do rio Itajaí-Açu, pode ser atribuída as áreas agricultáveis no trecho 4, sendo o segundo mais representativo para a classificação de uso e ocupação do solo (5,53 Km<sup>2</sup>) às margens do rio e o primeiro em relação ao território, segundo censo agropecuário do IBGE. Na

estação supracitada, o valor da precipitação acumulada foi o maior (21,4 mm), se comparado as demais estações, lixiviando assim, o indicador para o curso hídrico. Conforme Fonseca, (2017, p.15) “o aumento nos níveis dos íons nitrato na água de consumo, especialmente em áreas rurais; onde a principal fonte deste nitrato é o escoamento que ocorre de terras agrícolas para rios e riachos é devido ao uso de fertilizantes”.

Os resultados para o indicador nitrito oscilaram de 0,01 mg/L nos pontos P1 ao P5 na primavera, a 0,44 mg/L no ponto P4 verão ( $\bar{X} = 0,08 \pm 0,10$ ), **figura 5b**. Apesar das variações apresentadas o indicador em alguns pontos de coleta, ainda os valores encontram-se dentro dos padrões de potabilidade de consumo da água estabelecidos em 1,0 mg/L, segundo o CONAMA. Os resultados na variação são corroborados com a presença dos coliformes totais no mesmos pontos amostrais, haja vista que, segundo Bastos, Bezerra e Bevilacqua (2007) a presença do íon nitrito indica a ocorrência de processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica.

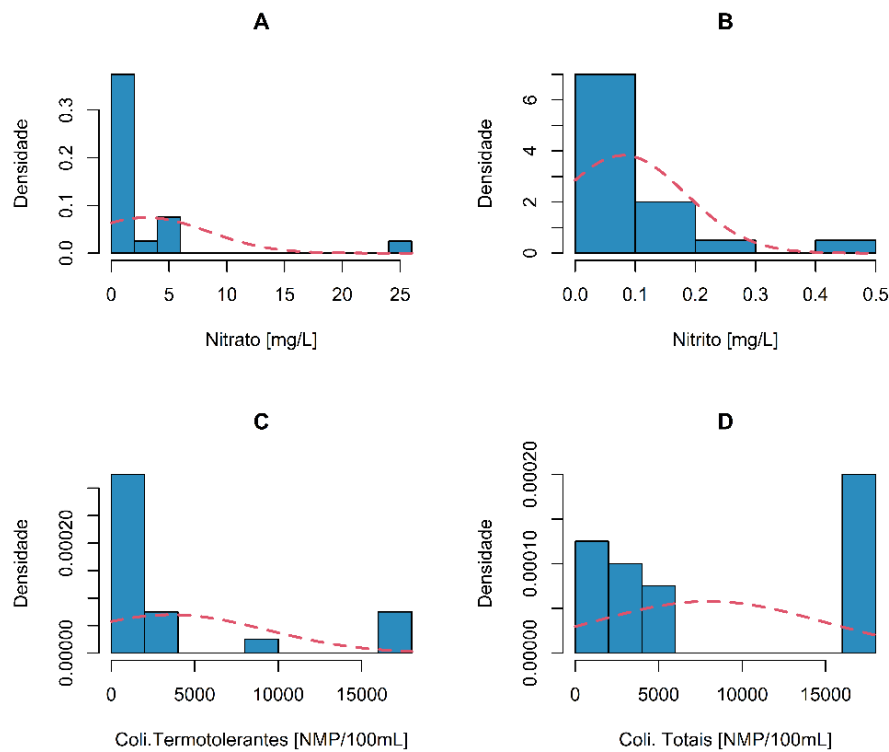
Considerando os indicadores biológicos, os coliformes termotolerantes alternaram de 49 NMP/100 ml no ponto P2 no outono, a 16.000 NMP/100 ml nos pontos P1 e P3 na primavera e P5 no verão ( $\bar{X} = 3575 \pm 5.713,079$ ), **figura 5c**. Conforme a resolução nº 357/2005 CONAMA, são aceitáveis os valores de até 1000 NMP/100 ml, para águas destinada a consumo humano após tratamento convencional, recreação de contato primário e irrigação de hortaliças, entretanto observou-se que apenas o Ponto 2 não apresentou desconformidade com a legislação. Segundo Nunes et al. (2019) em estudo do rio Salgadinho- CE, a presença dos coliformes termotolerantes no ambiente aquático foram indicadores de contaminação fecal humana, o que resultaria na falta de saneamento básico na região. Conforme informações do Sistema Nacional de informações sobre Saneamento (SNIS), dados 2018, dos pontos amostrais analisados ao longo do rio Itajaí-Açu, apenas o município de Blumenau conta com 43% da parcela populacional atendida por rede coletora de esgoto, os demais municípios ainda fazem o uso de fossas sépticas ou não apresentam informações de destino de seus efluentes. A potabilidade da água no Ponto 2 pode ser atribuída a vegetação representativa no trecho 1 de acordo com classificação de uso e ocupação do solo (tabela 3), tendo em vista que áreas florestadas às margens de rios atenuam a carga de poluentes lançada pelos efluentes (VIEIRA, 2019).

Os coliformes totais, variaram de 350 NMP/100 ml no ponto P5 outono, a 16.000 NMP/100 ml nos pontos P1, P3, P4, P5 na primavera, repetindo-se P1 e P5 no verão; P1 no outono e P3 somente no inverno ( $\bar{X} = 7972 \pm 6.892,43$ ), **figura 5d**. A legislação não estabelece um padrão de valores para o indicador, aponta apenas que a presença de bactérias do grupo

coliformes é um indicador de microrganismos patogênicos caracterizando despejo de resíduos urbanos no curso hídrico (BRASIL,2005). Conforme apresentado, o Ponto 2 manteve-se com os menores valores nas diferentes estações para o indicador, já descrito acima como área de representatividade florestada. Alerta-se para o Ponto 1, o qual representa a formação do rio Itajaí-Açu, demonstrando que a água já se encontra contaminada por resíduos patogênicos oriunda da cabeceira da bacia do Itajaí.

Aplicando-se o teste de Shapiro-Wilk, para normalidade dos indicadores químicos e biológicos, verificou-se que se tratam de dados que não seguem a distribuição normal, não paramétricos, conforme os histogramas da figura 6, pela curva de Gauss, em vermelho.

**Figura 6.** Teste de normalidade dos indicadores químicos e biológicos do rio Itajaí-Açu



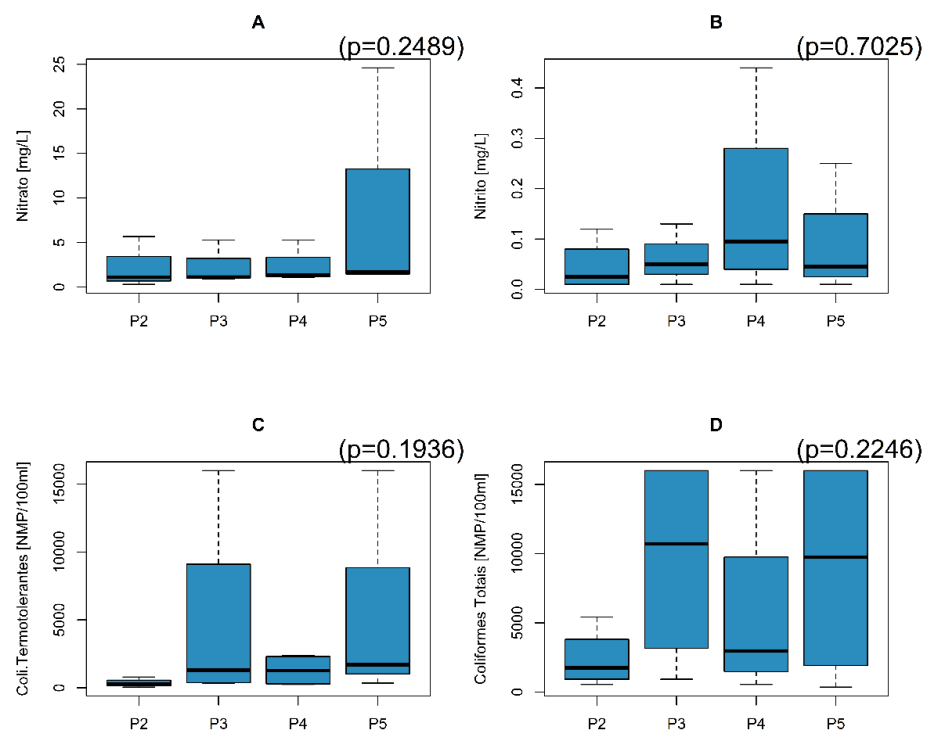
Fonte: organizado pelos autores, 2020.

Eventos naturais representados por dados contínuos assumem diferentes distribuições de frequência, entre elas uma distribuição em forma de sino, chamada curva normal ou de Gauss. A curva normal apresenta a simetria ou normalidade dos dados, enquanto descontinuidades de dados e picos multimodais representam assimetrias, ou dados não-paramétricos (MIOT, 2017). Conforme a figura 6, as assimetrias confirmam que pelo menos uma das variáveis tende a produzir observações maiores que as outras, apresentando o nível de

significância inferior a 0,001 ( $p < 0,001$ ) para os quatro indicadores, nitrato  $p = 1,649^{-7}$  (**figura 6a**); nitrito  $p = 2,076^{-5}$  (**figura 6b**); coliformes termotolerantes  $p = 3,65^{-6}$  (**figura 6c**) e coliformes totais  $p = 0,021^{-2}$  (**figura 6d**), o que demonstra a probabilidade ínfima do valor aparecer novamente em relação aos demais, classificado assim como não-paramétrico. Resultados não paramétricos também foram encontrados por De Melo (2020) em estudo de bacia hidrográfica no Estado do Mato Grosso; Freire (2020), em diferenças estatísticas interanuais (2013 a 2018) e sazonais da qualidade da água em trechos monitorados de 11 bacias hidrográficas do semiárido brasileiro, no estado do Ceará.

A fim de verificar se existe diferença estatística significativa entre os resultados das análises dos indicadores químicos e biológicos e os diferentes pontos amostrais, aplicou-se o teste de Kuskall Wallis, para frequência, que corrobora com os dados não paramétricos (figura 7).

**Figura 7.** Teste de frequências espaço-sazonais nos indicadores químicos e biológicos



Fonte: organizado pelos autores, 2020.

Considerando o resultado dos valores de “p” na aplicação do teste de Kuskall Wallis para as frequências espaço-sazonais, revela-se que não existe diferença significativa entre o indicadores químicos; nitrato  $p = 0,2489$  (figura 7a) e nitrito  $p = 0,7025$  (figura 7b); e biológicos; coliformes termotolerante  $p = 0,1936$  (figura 7c) e coliformes totais  $p = 0,2246$  (figura 7d) nos



forte quando de aproximar do valor 1,0. Os valores positivos indicam que as duas variáveis se movem juntas e negativos quando as duas variáveis se movem em direções opostas para a hipótese (FREIRE, 2014).

Considerando a análise acima, apenas para correlação forte (mínimo 0,7), o indicador nitrato apresentou uma correlação negativa em relação a classe pastagem nas estações verão, outono e inverno ( $r = -0,8; -0,8; -0,95$ , respectivamente) e com a classe vegetação no outono e inverno ( $r = -1$  e  $-0,95$  respectivamente) (figura 7). Esses resultados apontam na redução da lixiviação do indicador nos cursos hídricos devido ao período de desenvolvimento das gramíneas forrageiras nas pastagens (fevereiro, abril e julho), haja vista que o vegetal absorve o nitrato do solo para o seu crescimento durante seu ciclo produtivo (Embrapa; Cidasc, 2020). Fernandes et al., (2017) em estudo de impacto da fertilização nitrogenada em pastagens aponta também, para a redução do indicador no solo durante o ciclo de desenvolvimento das gramíneas, pois estas absorvem quantidades diferenciadas de nitrogênio sob a forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e amônio ( $\text{NH}_4^+$ ). Já, na correlação com a vegetação, o resultado pode estar associado a baixa pluviosidade nas estações outono (precipitação acumulada= 0,0 mm) e inverno (precipitação acumulada= 0,8 mm), onde a remanescente vegetação ao longo do rio Itajaí-Açu, consegue atenuar parte da carga do poluente. De Ap Bacellar (2005) em estudo de florestas no regime hidrológico de bacias hidrográficas, apresenta a mata ciliar um redutor que favorece a desnitrificação das águas dos fluxos subterrâneos e subsuperficiais e, isto posto, têm-se empregado matas ciliares para controle da contaminação por nitrato em zonas rurais.

A correlação positiva do nitrato com a classe agricultura na primavera ( $r = 0,74$ ) e com o indicativo coliformes totais no verão ( $r = 0,8$ ), corrobora com as literaturas supracitadas, pois o aumento do indicativo no curso hídrico pode ser justificado pela soma do preparo do solo - adubação nitrogenada química e por esterco (fezes de animais) - para o plantio de pastagens e arrozeiras na primavera (setembro à novembro), cultivares típicos ao longo do rio Itajaí-Açu e a alta pluviosidade nas estações primavera e verão (precipitação acumulada: 21,4 mm; 20mm, respectivamente), que lixivia o indicador para a rio. Entretanto, no inverno, com a ausência de chuva no período (precipitação acumulada = 0,0) o nitrato foi reduzido com o aumento dos coliformes totais ( $r = -0,74$ ). Processo este lúdimo, por ação de bactérias do gênero *Pseudomonas*, denominado desnitrificação, onde o indicativo é reduzido a nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) de forma anaeróbia, na presença de matéria orgânica (esgotamento sanitário). Braga et al., (2005); Zoppas, Bernardes e Meneguzzi (2016) afirmam que a desnitrificação ocorre em ambientes pouco aerados, onde retorna-se o nitrogênio para o ambiente, a partir do nitrato, pela ação

anaeróbia de bactérias *Pseudomonas* na presença de uma fonte de carbono.

O indicador nitrito apresentou uma correlação negativa com a classe agricultura no verão ( $r = -0,8$ ), outono ( $r = -0,95$ ) e inverno ( $r = -0,95$ ) e também, com a classe vegetação ( $r = -0,8$ ) no verão. Resultados fomentam a diminuição da presença do indicador no rio, ao processo de nitrificação após adubação em fase de panícula do cultivo de arroz nos meses de setembro a outubro. A nitrificação é o termo usado para descrever a primeira etapa do processo de remoção biológica de nitrogênio, em que a amônia (fertilizante químico) é oxidada a nitrito e o nitrito é oxidado a nitrato (ZOPPAS; BERNARDES; MENEGUZZI, 2016). As plantas ao atingirem um grau de desenvolvimento, reduzem o nitrato através das raízes e folhas e o transportam para diferentes órgãos sob a forma de aminoácidos. Resultado este, apontado em estudo de Lanna, 2013, na redução do nitrato em cultivares de arroz. Na primavera, o indicador nitrito não foi possível calcular a correlação, pois apresentou constância de valores nos cinco pontos amostrais (figura 7 - Primavera).

Considerando o grupo coliformes (totais e termotolerantes), escrutina-se que os indicadores são minimizados com a presença da vegetação em todas estações sazonais e influenciados negativamente pela ação da antropização (urbanização; pastagens) nos mesmos períodos. Conforme Dos Santos Souza et al. (2018), altos índices de coliformes totais indicam contaminação pós-sanitização ou pós-processo, tratamentos térmicos ineficientes ou multiplicação durante o processo. Já altos índices de coliformes termotolerantes indicam contaminação fecal e aferem as condições higiênico-sanitárias do corpo d'água.

Anuindo com a análise anterior, o indicador coliformes totais obteve uma correlação negativa com a classe vegetação na primavera e no verão ( $r = -0,77$  e  $-0,8$ , respectivamente), e positiva com a classe urbanização no outono ( $r = 0,95$ ). Os resultados para as duas primeiras estações apontam para a diluição do indicador com o alto regime de chuvas no período, bem como a atuação filtro da mata ciliar às margens no rio Itajaí.-Açu. Entretanto, no outono, o excesso de carga orgânica advindo de efluentes industriais, sendo estes resultados da falta de fiscalização da eliminação dos dejetos industriais nos município que integram a bacia do Itajaí, bem como a inexistência de pluviosidade no período (precipitação acumulada = 0,0), culminou na elevação do indicador, haja vista que os coliformes termotolerantes, advindos de fezes humanas (efluentes domésticos), não foram representativos para esta estação.

Coliformes termotolerantes e totais apresentaram uma correlação positiva na primavera ( $r = 0,77$ ); verão ( $r = 0,8$ ), sendo estes, decorrentes do despejo de efluentes domésticos e industriais, ou seja, a contaminação tanto por fezes humanas como por outros

mamíferos ao longo do rio devido ao baixo índice de esgotamento sanitário na região. Sua inversão, correlação negativa no inverno, pode ser fundamentada pela diminuição da atividade metabólica bacteriana em detrimento a diminuição da temperatura na estação. Conforme Wagner et al. (2018), esses microrganismos são considerados mesófilos em relação à temperatura de crescimento, ou seja, a faixa ótima de crescimento é entre 25 a 40 °C. e, em temperaturas abaixo de 25 °C a reprodução destas bactérias decresce.

O indicador coliformes termotolerantes manifestou correlação negativa com a classe agricultura, na primavera e no inverno ( $r = -0,8$  para ambas estações), e também para a classe vegetação no inverno ( $r = -0,8$ ). Entretanto, denotou correlação positiva com a classe urbanização somente na primavera ( $r = 0,8$ ). Dados são corroborados com os autores, já abordados como Freire (2020); Dos Santos Souza et al (2018); Nunes et al. (2019) e Vieira (2019) que versam sobre a importância da vegetação às margens dos cursos hídricos na manutenção salutar da potabilidade hídrica, assim como a influência negativa da antropização sobre o curso hídrico em decorrência das variações de precipitação e temperatura nos diferentes períodos sazonais.

#### 1.4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos através do uso da análise estatística são de fiabilidade para o monitoramento dos indicadores da qualidade de água, elucubrando sobre o efeito das atividades antrópicas na qualidade das águas de uma bacia hidrográfica.

Diante dos dados obtidos neste estudo, entende-se que as águas do rio Itajaí-Açu se encontram potencialmente contaminadas por coliformes totais e coliformes termotolerantes, demonstrando influência antrópica do uso inadequado do solo no tocante ao despejo de efluentes, urbano e industriais, sem tratamento no curso hídrico.

Os valores obtidos para o indicador coliformes termotolerantes na confluência do rio, no município de Rio do Sul desqualifica suas águas como própria para consumo e também para a balneabilidade, ratificando a contaminação fecal humana. Seu resultado transcende a quantidade mínima estabelecida na Resolução nº357/2005 do CONAMA de 1000 NMP por 100 ml de água, sendo assim enquadrado em água de classe 4, destinada apenas à navegação e a harmonia paisagística. Isto posto, aponta-se para a contaminação biológica à montante da confluência do rio Itajaí-Açu e posterior contaminação ao longo do seu curso.

Resultados evidenciados no ponto 2, município de Apiúna, revelam a remanescente vegetação às margens do rio como atenuante da carga de poluentes lançada no curso hídrico,



tanto para os indicadores químicos advindos da adubação das áreas agricultáveis da região, como para os indicadores biológicos resultantes de efluentes urbanos e industriais. Esta região em questão, se enquadrada como água de classe 2, segundo a Resolução nº357/2005 do CONAMA, destinada a consumo humano após tratamento convencional, recreação de contato primário e irrigação de hortaliças.

A falta de saneamento básico e a ausência ou precariedade de um plano de gestão para o uso adequado da ocupação do solo dos municípios às margens do rio Itajaí-Açu ficou evidenciado na presente pesquisa. É imprescindível ação do poder público para o desenvolvimento de políticas e diretrizes voltadas ao planejamento territorial com vistas a qualidade das águas nas bacias hidrográficas e sua ocupação. Além de infringir o princípio legal da dignidade humana de acesso à água limpa e ao esgotamento sanitário adequado, o descaso contribui para o aumento da degradação ambiental do território bem como a salubridade da sua população.

Desafiar a retórica das leis e os contornos da gestão pública é um esforço a ser continuado no sentido de realizar ações concretas, exercitando a crítica em face aos conflitos de gerenciamento ambiental, entre vida social e meio-ambiente, entre território e cidade, intervindo assim, integralmente em defesa ao meio ambiente e na dignidade do cidadão brasileiro.

## 1.5 REFERÊNCIAS

ABREU, C. H. de M; CUNHA, A. C. Qualidade da água e índice trófico em rio de ecossistema tropical sob impacto ambiental. . **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro , v. 22, n. 1, p. 45-56, fev. 2017 .

ALMEIDA, R. F. B; BAYER, M.; J, FERREIRA, L. G. Compartimentação morfométrica da bacia do rio Coco como subsídio a análise de fragilidade ambiental. **Mercator (Fortaleza)**, Fortaleza , v. 15, n.4, p.83-94, dez. 2016.

ANDRIETTI, G. et al. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 1, p. 162-175, 2016

ASCIUTTI, G. A. M.; STANGANINI, F. N.; MELANDA, E. A. Identificação dos diferentes usos e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio do quilombo, São Carlos/SP utilizando imagem do satélite sentinel 2 e o complemento scp do qgis. In: ANAIS DO XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2019, Santos. **Anais eletrônicos**. São José dos Campos, INPE, 2019. Disponível em: <<https://proceedings.science/sbsr-2019/papers/identificacao-dos-diferentes-usos-e-ocupacao-do-solo-da-bacia-hidrografica-do-rio-do-quilombo--sao-carlos-sp-utilizando->> Acesso em: 11 nov. 2020.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da**

**República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 jan. 1997. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm). Acesso em: 09 de set. de 2020.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução Nº 001, de 23 de janeiro de 1986. CONAMA. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. **Diário Oficial da União**, DF, v. 17, n. 02, 1986. Disponível em: <[http://www2.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA\\_RES\\_CONS\\_1986\\_001.pdf](http://www2.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf)>. Acesso em 20 abr. 2020.

CIDASC. COMPANHIA INTEGRADA DE DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA. **Pesquisa desenvolve capim azevém que produz 5% mais e 20 dias mais cedo**. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/blog/2017/09/02/pesquisa-desenvolve-capim-azevem-que-produz-5-mais-e-20-dias-mais-cedo/>. Acesso em: 20 set. 2020.

CORNELLI, R. et al. Análise da influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água de duas sub-bacias hidrográficas do município de Caxias do Sul. **Scientia cum Industria**, [S. l.], v. 4, n. 1, 2016.

DE ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; WADT, P. G. S. Recomendação de calagem e adubação para pastagens no Acre. **Embrapa Acre-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2002.

BACELLAR, L. de A. P. O papel das florestas no regime hidrológico de bacias hidrográficas. **Geo. br**, v. 1, p. 1-39, 2005.

DE MELO, M. T. et al. Qualidade da água para a irrigação, a sustentabilidade de uma bacia hidrográfica-riacho queima pé, Tangará da Serra/MT. **Caminhos de Geografia**, v. 21, n. 76, p. 16–27-16–27, 2020.

DE MENDONÇA, D. S.; MAGALHÃES, S. C. M.; TRINDADE, W. M. Água e saúde: uma análise do córrego entre rios em Pirapora-MG. **Hygeia**, v. 11, n. 20, p. 189-200, 2015.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **FORAGEIRAS - espécies para a Região Sul do Brasil**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/clima-temperado/forageiras>. Acesso em: 18 set. 2020.

FERNANDES, G. et al. Impacto da fertilização nitrogenada em pastagens perenes na contaminação dos recursos naturais. **Revista Brasileira de Tecnologia Agropecuária**, v. 1, n. 1, p. 03-14, 2017.

FONSECA, A. L. **Determinação do índice de nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal na água da lagoa de Extremoz/RN**. 2017. 48p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química do Petróleo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

FREIRE, A. P., CASTRO, E. de C. Análise da correlação do uso e ocupação do solo e da qualidade da Água. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 19, 41–49, 2014.

FREIRE, L. L. **Variação sazonal e interanual da qualidade das águas de rios do semiárido brasileiro**. 2020. 160p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

FURLAN, A. R.; FILIPINI, R. C.; REIS, J. T. Os diferentes tipos de uso e cobertura da terra e sua influência nos parâmetros de qualidade da água. **Ciência e Natura**, v. 38, n. 3, p. 1319-1330, 2016.

GREENBERG, A. E.; CLESCERI, L. S.; EATON, A. D. Method 9221—Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, p. 9-45, 1992.

- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/blumenau>. Acesso em: 20 set. 2020.
- KARASIAK, N. *Dzetsaka plugin. Método de classificação Gaussian Mixture Model*. Disponível em: <https://plugins.qgis.org/plugins/>. Acesso em julho 2019.
- LANNA, A. C.; CARVALHO, M. A de F. Nitrato redutase e sua importância no estabelecimento de plantas de arroz de terras altas. **Embrapa Arroz e Feijão**, Santo Antônio de Goiás, v. 37, 2013.
- LIMA, J. A. M.; BETHONICO, M. B. M.; VITAL, M. J. S. Água e doenças relacionadas à água em comunidades da bacia hidrográfica do rio uraricoera–terra indígena Yanomami–Roraima. **Hygeia**, v. 14, n. 27, p. 136-154, 2018.
- MARTINS, A. L. M; LOPES, M. C.; SIMEDO, M. B. L. Monitoramento de qualidade de água: suporte para gestão ambiental na microbacia do córrego da Olaria. **ANAP, Brasil**, v. 11, n. 6, 2015.
- MIOT, H. A. Avaliação da normalidade dos dados em estudos clínicos e experimentais. **Jornal vascular brasileiro**, v. 16, n. 2, p. 88-91, 2017.
- NUNES, L. M. et al. Pesquisa de coliformes totais e termotolerantes no rio Salgadinho no município de Juazeiro do Norte, CE. **Revista Eletrônica Acervo Científico**, v. 7, p. e2243-e2243, 2019.
- OKUMURA, A. T. R. et al. Determinação da qualidade da água de um rio tropical sob a perspectiva do uso. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 04, p. 1835-1850, 2020.
- PEREIRA, R. H. de A. **Análise espaço temporal de parâmetros de qualidade de água e sua relação com uso e ocupação na bacia do Alto Tietê**. 2016. 105p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro - SP, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/144007>. Acesso em: 12 nov. 2020.
- PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO ITAJAÍ. **Caderno Síntese: para que a água continue a trazer benefícios para todos**. Fundação Agência de Água do Vale do Itajaí. v. 1, Blumenau, SC, 2010.
- QGIS. **Development Team**. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project, Versão 2.18. “Las Palmas”. Disponível em: <https://www.osgeo.org/projects/qgis/>. Acesso em: 15 jun. 2019.
- R. **Core Team**. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.
- SANTOS, L. A. C. et al. Conflitos de Uso e Cobertura do Solo para o Período de 1985 a 2017 na Bacia Hidrográfica do Rio Caldas-GO. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 8, n. 2, p. 189-211, 2019.
- SILVA, J. M. O. Uso do sensoriamento remoto para a estimativa da temperatura de superfície na microbacia do rio Granjeiro/Crato–Ceará. **Geosaberes**, v. 6, n. 2, p. 130-144, 2015.
- SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Águas e Esgotos**. Disponível em: [http://appsniis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua\\_esgoto/mapa-esgoto](http://appsniis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_esgoto/mapa-esgoto). Acesso em: 18 set. 2020.
- SOUZA, Q. dos S. et al. Análise de coliformes totais e termotolerantes-fecais em diferentes pontos da sub-bacia do rio Poxim-Sergipe, Brasil. **Agroforestalis News**, v. 3, n. 1, p. 1-21, 2018.
- VIEIRA, I. Mapeamento da área de preservação permanente na margem norte do rio Itajaí-Açu

em área urbana consolidada. **Metapre**, v. 1, p. 26-29, 2019.

WAGNER, L. G. et al. Monitoramento de coliformes termotolerantes em lodo de esgoto higienizado por via térmica, 2018.

YKEIZUMI, L. Y. F.; VIEIRA, I. C. B.; KROTH, G. A. B. Estudos do crescimento urbano no município de Ihota–SC no período de 1999–2019. **Metapre**, v. 2, p. 10-14, 2020.

ZOPPAS, F. M; BERNARDES, A. M.; MENEGUZZI, A. Parâmetros operacionais na remoção biológica de nitrogênio de águas por nitrificação e desnitrificação simultânea. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 1, p. 29-42, 2016.

## **SEÇÃO III – PRODUTO EDUCACIONAL - MONITORAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS: PRÁTICAS AMBIENTAIS**

### **1.1 INTRODUÇÃO**

Os benefícios do uso adequado da ciência são de conhecimento de todos, sendo seu impacto sentido na geração da aplicação do conhecimento científico. Na condição de sujeitos, sofremos o impacto de negação da aplicação da ciência quando problemas ambientais comprometem a qualidade de vida e a saúde da população e a vida no planeta. Para minimizar essa situação, o primeiro passo é reconhecer a ciência como um recurso poderoso para se conhecer a própria educação, a escola e seus atores. Não basta esperarmos por iniciativas empresariais ou governamentais para mudarmos a realidade ambiental hodierno, é necessário a participação de todos os cidadãos cientificamente informados, aplicando o conhecimento científico dentro do contexto das características locais e tradicionais que devem ser preservadas.

A disseminação do conhecimento científico é a base para essa fundamentação e para reivindicações de soluções ecologicamente viáveis hoje e no futuro próximo. Assim, o objetivo da construção desse produto educacional foi colaborar, para que o docente, pudesse fundamentar a apropriação de conceitos através de atividades didáticas práticas seguindo a proposição dos Temas Contemporâneos Transversais, conforme a Base Nacional Comum Curricular, com foco no ensino Fundamental II, estabelecido pelo Ministério da Educação.

Vale ressaltar, que o presente material, na forma de roteiros, foi elaborado visando propor abordagens teórico-práticas apoiando a proposição do currículo didático, com especial atenção aos recursos hídricos. Desse modo, focando em atividades inovadoras e diversificadas espera-se que esse material seja um incentivo para professores desenvolverem projetos de ensino, sob a perspectiva colaborativa e participativa entre educandos e educadores, possibilitando assim, o exercício da cidadania em busca por soluções de problemas ambientais e sociais vigentes, assegurando o bem-estar de todos e a educação em sua integralidade.

Para tanto, a fundamentação teórica e prática, bem como os objetivos da aprendizagem e habilidade da BNCC de cada roteiro didático: “Estudantes Cientistas”, “O Sujeito e o Mundo” e “Da Experimentação ao Mundo”, serão abordados nas seções subsequentes como parte de produção científica desenvolvida durante o Programa de Mestrado Profissional em Tecnologia e Ambiente, apresentado como elaboração de produto final, para obtenção de título acadêmico de Mestre em Ciências Ambientais. Os mesmos, encontram-se compilados na íntegra sob o formato de livro digital, intitulado “Monitoramento dos Recursos Hídricos: práticas ambientais,

disponível para acesso em URL: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/582024>.

## 1.2 ROTEIRO 1: ESTUDANTES CIENTISTAS

Na contemporaneidade, as evidências que a sociedade vivencia uma crise ambiental são cada vez mais contundentes. Na condição de sujeitos, sofremos o impacto desses problemas ambientais que comprometem a qualidade de vida e a saúde de toda a população (PICCOLI et al., 2016). Para minimizar essa crise ambiental é necessário a participação de todos os cidadãos, munidos de informações científicas acerca das consequências que a degradação do ambiente pode acarretar sobre sua própria vida e na vida de seus familiares.

Nesse ensejo, visando contribuir para que acadêmicos e profissionais da educação possam fundamentar a apropriação de conceitos através de atividades didáticas práticas na Área de Ciências da Natureza, conforme a Base Nacional Comum Curricular, com foco no ensino Fundamental II, estabelecido pelo Ministério da Educação, descortina-se a descrição da proposta do roteiro intitulado “Estudante Cientista”. Este, referido a seguir em três principais seções abrangendo a fundamentação teórica e prática do roteiro, os objetivos da aprendizagem e a competência da Base Nacional Comum Curricular, especificamente na macro área Meio Ambiente e as considerações finais do material.

### 1.2.1 Fundamentação teórica e prática

O governo federal brasileiro, visando estruturar e orientar o currículo na Educação Básica e, buscando o desenvolvimento na integralidade, biológico, psicológico e social do educando, deliberou alguns documentos norteadores do ensino, ao longo de 24 anos de história e que se efetivam até o atual momento.

Cronologicamente, o artigo 26 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro 1996, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), regulamentou uma base nacional comum para a educação básica e incluiu a Educação Ambiental como uma diretriz para o Ensino Fundamental (BRASIL, 1996). Em 1998, são alicerçados em dez volumes os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), para o Ensino Fundamental, 6º ao 9º ano com a intenção de ampliar e aprofundar o debate educacional que evolvesse escola, pais, governo e sociedade, incorporando a temática ambiental em todas das disciplinas (BRASIL, 1997). Em 13 de julho de 2010, a Resolução nº4 define as Diretrizes Nacionais Gerais para a Educação Básica (DCNs) com o objetivo de orientar o planejamento curricular das escolas e dos sistemas de ensino (BRASIL, 2013). O artigo 1º da Lei nº 13.005, de junho de 2014, regulamentou o Plano

Nacional de Educação (PNE), estabelecendo 20 metas para a melhoria da qualidade da Educação Básica, sendo que 4 delas discorriam sobre a construção da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2014). Em 17 de junho 2015, pela portaria nº 592 foi instituído uma comissão de especialistas para a elaboração da Proposta da Base Nacional Comum Curricular, mas somente em 14 de dezembro de 2018 o ministro da Educação Rossieli Soares homologou o documento Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em todas as etapas de ensino.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. A Base estrutura os currículos dos sistemas e redes de ensino das Unidades Federativas, como também as propostas pedagógicas de todas as escolas públicas e privadas de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, em todo o Brasil (BRASIL, 2017). Esta, articula-se conforme os termos da LDB, das DCNs e do PNE, estabelecendo conhecimentos, competências e habilidades que se espera que todos os estudantes desenvolvam ao longo da escolaridade básica, valorando os princípios éticos, políticos e estéticos somados aos propósitos que direcionam a educação brasileira para a formação humana integral e para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

Estruturada na BNCC, grande área de Ciências da Natureza é vislumbrada como um empreendimento humano de conhecimento científico como provisório, cultural e histórico, a fim de dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a debater questões científicas, tecnológicas, socioambientais, colaborando para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

A Educação Ambiental emerge dessa construção histórica educacional, contemplada na área de Ciências da Natureza e nos Temas Contemporâneos Transversais especificamente na macro área Meio Ambiente, outrora conhecido como PCNs, visando o aprofundamento intelectual de seus atores (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2019). A Educação Ambiental adentra na integração da complexidade biológica, psicológica, cultural e social, transformando vidas, transcendendo para além contexto escolar, fundamenta-se no diálogo, na reflexão, nas experiências individuais e coletivas e na observação do meio que as cercam.

Segundo Carvalho (2004), é preciso superar a dicotomia entre natureza e sociedade para que haja relações de interação permanente entre a vida humana social e a vida biológica da natureza. Por suposto, a complexidade das diferentes concepções e práticas existentes, no que diz respeito a postura mais crítica em relação a temática ambiental, faz-se necessário uma gestão

democrática do currículo pautado em documentos normativos (BNCC) para um contexto que abranja espaços físicos extra muros, com arcabouço teórico e prático fortalecendo o desenvolvimento da ciência e do método científico como educandos protagonistas, ou seja, como estudantes cientistas.

No âmbito educacional, para que essa dicotomia seja superada, planejar as ações pedagógicas é fundamental. O processo exige pensar na realidade que se deseja transformar, tendo em vista que, seus idealizadores precisam entender o “para quê” interferir e “o quê” se pretende repensar, para que haja mudanças no processo. Alcançar os objetivos de um planejamento depende do engajamento e parceria entre todos os envolvidos, ou seja, pais, alunos, professores, gestores, coordenadores e comunidade escolar, pois planejamento educacional não pode ser tratado como um processo isolado. Faz-se mister conhecer a realidade de inserção do contexto social dos envolvidos para construção de um currículo abrangendo as concepções filosóficas, psicológicas e pedagógicas do ensino (WOLLMANN; SOARES; ILHA, 2015).

Destarte, o planejamento educacional deve ser o instrumento norteador de toda essa construção e de formação, precisa ser contínuo, dinâmico flexível e inovador, e, é imprescindível estabelecer objetivos claros e exequíveis das ações escolares, para que outrora, passe a produzir conhecimentos que proporcionem a apreensão da realidade vivenciada, resgatando o comprometimento social e a incitação, por parte dos educandos, ao ato de aprender e atuar socialmente.

Logo, o que se pode inferir é que ações planejadas, consubstanciam a educação e por consequência seus atores. Isso implica, traçar objetivos de aprendizagem que conduzam a construção e a reconstrução dos saberes, que evidenciem suas finalidades, seus conteúdos e suas metodologias, partindo sempre do conhecimento sensível ou empírico para o conhecimento espiritual ou intelectual.

Para além do macro, no cerne da unidade escolar, a temática proposta neste roteiro prático “Estudante Cientista” permite contemplar as premissas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) referente aos Temas Contemporâneos Transversais (TCTs), inferindo na macro área Meio Ambiente alicerçadas na perspectiva de aprendizagem de Rousseau (1712-1778), Vygotsky (1896-1934) e Kolb (1939).

Historicamente, a inovação da prática pedagógica proposta por Jean-Jaques Rousseau (1712-1778) deslocou o centro do processo de aprendizagem do docente e dos conteúdos, para as necessidades e interesses dos educandos, contradizendo as metodologias de aprendizagem apresentadas até então. Entretanto, essa mudança só teve repercussão em fins do século XIX e



início do XX, com o movimento escolanovista, representando a criação de novas escolas e métodos educacionais, orientados à aprendizagem ativa frente aos problemas do cotidiano (WENDT; DALBOSCO, 2012).

Nesse ensejo, a contribuição de Vygotsky (1988), na perspectiva da aprendizagem, com sua proposta técnica e inovadora para a época, quanto ao pensamento e a linguagem e também a natureza do processo de desenvolvimento da criança e o papel da instrução no desenvolvimento, merecem referência.

Vygotsky (1988) descreveu qual o papel a desempenhar pelo contexto social no desenvolvimento dos processos cognitivos das crianças. A interação social, nesse sentido, exerce papel crucial no desenvolvimento cognitivo. Essa abordagem apoia-se na concepção de um sujeito interativo que elabora conhecimentos sobre objetos, em processos necessariamente mediados pelo outro e constituídos pela linguagem.

A Teoria da Ciência, segundo Vygotsky (1988), tem o propósito de lidar com a validade do conhecimento científico e adicionado a esse plano teórico, há um plano psicológico que tenta explicar como os indivíduos extraem conhecimento de seu meio social, e fazem novas contribuições para o empreendimento coletivo da construção de conhecimento a que é chamado de ciência. E afirma que:

[...] a tarefa do cientista seria a de reconstruir a origem e curso do desenvolvimento do comportamento e da consciência. Não só todo fenômeno tem sua história, como essa história é caracterizada por mudanças qualitativas e quantitativas (VYGOTSKY, 1988, p. 7).

Na relação entre aprendizagem e desenvolvimento, Vygotsky (1988) aponta a existência de um nível a qual chamou de proximal ou potencial, que deve ser considerado na prática pedagógica, pois os educadores ao observar o desempenho observado no final do processo de ensino aprendizagem. Traduzindo à prática, quando o aluno não consegue realizar sozinho determinada tarefa, mas consegue realizar com a ajuda de outros colegas, está revelando seu nível de desenvolvimento proximal, que já contém aspectos e partes mais ou menos desenvolvidas de instituições, noções e conceitos.

Sustentada por Vygotsky, a Teoria de Aprendizagem de David Kolb (1984) apresenta quatro distintos estilos de aprendizagem, os quais são pautados em um círculo de aprendizagem de quatro estágios, e a partir de sua análise, demonstra um caminho para entender os estilos individuais de aprendizagem diferente das pessoas e também uma explanação de um círculo de aprendizagem experiencial que se aplica a todos nós.

Kolb (1984) inclui esse círculo de aprendizagem como um princípio central de sua teoria

de aprendizagem experiencial (*experiential learning*), tipicamente expressa como ciclo de aprendizagem de quatro estágios, em que experiências imediatas ou concretas fornecem uma base para observações e reflexões. Tais observações e reflexões são assimiladas e destiladas em conceitos abstratos, produzindo novas implicações para a ação que podem ser ativamente testadas, a qual, por sua vez, criam novas experiências.

Ainda para Kolb (1984), idealmente este processo representa um círculo de aprendizagem ou espiral onde o aprendiz toca todas as bases, isto é, um círculo de experiência, reflexão, pensamento e atividade. Experiências concretas ou imediatas conduzem a observações e reflexões. Essas reflexões são então assimiladas (absorvidas e traduzidas) em conceitos abstratos com implicações para a ação, que a pessoa pode ativamente testar e com as quais experimentar o que, por sua vez, habilita a criação de novas experiências.

Por conseguinte, do ponto de vista do aprendizado, a escola que valoriza as experiências vivenciadas para um aprendizado mais completo pode desfrutar de resultados surpreendentes (KOLB, 1984).

Nesse ensejo, participativo e colaborativo proposto por Vygotsky (1988), em que o estudante é o protagonista do seu aprendizado e de Kolb (1984), onde a aprendizagem acontece por experiência concreta, observação reflexiva, conceitualização abstrata e experimentação ativa, consolida-se metodologicamente o presente roteiro.

Os conceitos serão aprendidos a partir das vivências dos estudantes, que são consideradas gatilhos cognitivos, desencadeados pelas propostas teóricas-metodológicas da concepção do projeto, permitindo fazer o registro em forma experiencial, para que, no fim a mensagem dos próprios estudantes permitam a elaboração conceitual do que preconiza a gestão e proteção das águas.

Além disso, a proposta torna possível engajar a escola em projetos comunitários de Educação Ambiental com viés participativo, ou seja, protagonistas de sua própria vida e atuando com responsabilidade e cidadania, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários (BRASIL, 2017).

O roteiro intitulado “Estudante Cientista” é composto por duas seções, sendo a primeira constituída por três textos motivadores que discutem “O que é a ciência?”, “O papel da ciência para a humanidade” e “Conhecendo nosso território” e a outra apresenta o “Emprego do método científico” e a “Proposta de sistematização e avaliação dos resultados”. Nesta segunda seção, ilustra-se um roteiro de trabalho, o passo a passo, desde a sensibilização para a avaliação do diagnóstico ambiental a campo, até a aplicação do método científico, reforçando assim, o papel

da ciência e do emprego da metodologia científica na Educação Básica, através da coleta de informações diretamente na natureza, a fim de, despertar a criticidade do educando.

Tendo isto posto, subscreve-se os objetivos da aprendizagem e a competência da Base Nacional Comum Curricular da referida proposta.

### **1.2.2 Objetivos da aprendizagem e habilidade na BNCC**

*“É fundamental diminuir a distância entre o que se diz e o que se faz, de tal forma que, um dado momento, a tua fala seja a tua prática”*

Freire, 2003.

Elencando a prática deste roteiro, fundamentada nas concepções filosóficas, psicológicas e pedagógicas do ensino, através de um planejamento pedagógico dinâmico, flexível e inovador, propõem-se com a aplicação didática deste material os seguintes objetivos:

- reconhecer o método científico como base para o desenvolvimento da ciência;
- aplicar o método científico mediante estudo de caso, incluindo a investigação, a reflexão e a análise crítica;
- desenvolver o conhecimento científico a partir do exercício intelectual, recorrendo a sensibilização da aprendizagem prática.

O roteiro prático “Estudante Cientista” permite contemplar as premissas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na grande área de Ciências da Natureza conforme especificado a Competência da Base Nacional Comum Curricular:

(2) Pensamento científico, crítico e criativo.

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (BRASIL, 2017).

### **1.2.3 Considerações finais**

O presente roteiro aborda uma proposta teórico-prática alicerçado no desenvolvimento da aprendizagem proposto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e pelos Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) na macro área Meio Ambiente. Nessa perspectiva de aprendizagem, a mesma foi fundamentada, inferindo o educando como protagonista da educação, conforme as propostas de Rousseau (1712-1778), aprendizagem voltada para o

interesse do educando, Vygotsky (1896-1934), na concepção de um sujeito interativo e de Kolb (1939), aprendizagem em um círculo de experiência, reflexão, pensamento e atividade.

Dessa forma, unindo o conhecimento de teóricos-educacionais, documentos norteadores e o planejamento escolar, a educação no Brasil se constrói com profissionais aguerridos e eruditos, que formarão indivíduos na sua complexidade biológica, psicológica, cultural e social, ou seja, em sua integralidade. Nesse ensejo, a Educação Ambiental adentra nessa integração, transcendendo para além contexto escolar, transformando o educando antes passivo, em um ser crítico e ativo no meio em que vive, disposto a lutar por problemas sociais e ambientais vigentes, exercendo a cidadania e transformando vidas.

Diante do exposto, com práticas de ensino planejadas e fundamentadas, voltadas para a Educação Ambiental, onde o educando é protagonista da educação, teremos um ambiente escolar transformador, que supera a dicotomia homem e natureza e desenvolve a sensibilidade para com o meio ambiente e a qualidade de vida das futuras gerações.

### 1.3 ROTEIRO 2: O SUJEITO E O MUNDO

Na contemporaneidade, as evidências que a sociedade experiencia uma crise ambiental é cada vez mais peremptório. “A expansão das áreas agrícolas, o aumento dos aglomerados urbanos, a exploração dos recursos naturais, são exemplos de ações antrópicas que provocam danosas alterações no ambiente” (VIEIRA, 2019, p.26). Estas ações, associadas ao desenvolvimento contínuo e mal planejado, geram impactos ambientais e socioeconômicos em diversas regiões do país.

Santos et al. (2019), afirma:

Um dos grandes desafios do homem, no que diz respeito à conservação ambiental, tem sido reunir esforços e recursos para a preservação e recuperação de áreas, consideradas estratégicas para a manutenção e conservação dos recursos naturais, das quais vários ecossistemas são dependentes (SANTOS et al., 2019, p.190).

Para minimizar essa crise ambiental não basta apenas iniciativas empresariais ou governamentais, é necessária a participação de todos os cidadãos, cientificamente informados acerca das consequências que a degradação do ambiente pode acarretar sobre sua própria vida e na vida de seus familiares. Conforme Witter (2007), o uso inadequado e ou a ausência de uso do conhecimento científico é também uma fonte de problemas que podem pôr em risco o próprio homem, ou até mesmo a planeta como todo.

Partindo desse pressuposto, reconhece-se a ciência como um poderoso recurso na construção do conhecimento, neste sentido, tanto a escola e seus atores (alunos, professores)

podem inferir o conhecimento científico em sua *práxis* diária, concebendo-se como sujeito integrante do mundo. Para isto é necessário a apropriação do conhecimento científico, pois são a base para a fundamentação do que segundo Vygotsky chama de zona de desenvolvimento proximal, onde funções mentais como: memória voluntária, atenção seletiva e pensamento lógico são propícios para serem desenvolvidos na escola (VYGOTSKY, 1988). Assim, este espaço educacional proporcionará a interação, tanto das pessoas (o que também desenvolverá o conceito de zona de desenvolvimento potencial) como e com os processos que materializaram o espaço geográfico em que estão situados.

O conhecimento científico somente possibilitará que as reivindicações e soluções ecologicamente se tornem viáveis, se o educando se reconhecer com agente que compreende o meio e proativo a modificá-lo. É neste sentido que o papel da educação científica deve trilhar, apoiar estratégias didáticas que fomentem diálogos que: estimulem a construção de hipóteses; ofereça instrumentos metodológicos que possam testar (negando-a ou confirmando-a) a tese levantada e por fim, que permitam defender o seu ponto de vista por conta dos resultados. Todos estes elementos reforçarão o papel do conhecimento nas formulações de pessoas críticas, embasadas de conhecimento científico, o que não se permitirão ser convencidas passivamente por uma outra pessoa.

Tendo isto posto, o objetivo deste segundo roteiro intitulado “O Sujeito e o Mundo” é contribuir para que acadêmicos e profissionais da educação possam fundamentar a aplicação de conceitos através de atividades didáticas práticas e tecnológicas na Área de Ciências Humanas – Ciência Geográfica, conforme a Base Nacional Comum Curricular, com foco no ensino Fundamental II, estabelecido pelo Ministério da Educação. O referido roteiro abrange três principais seções, estas compostas pela fundamentação teórica e prática da didática, pelos objetivos da aprendizagem e competência da Base Nacional Comum Curricular, especificamente nas macro áreas Meio Ambiente e Ciência e Tecnologia e as considerações finais do material.

### **1.3.1 Fundamentação teórica e prática**

Visando estruturar e orientar o currículo na Educação Básica e, buscando o desenvolvimento na integralidade, biológico, psicológico e social do educando, o Governo Federal Brasileiro deliberou alguns documentos norteadores do ensino, que se efetivaram ao longo da história educacional até o atual momento.

Cronologicamente, a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro 1996, Lei de Diretrizes e Bases

da Educação Nacional (LDB), regulamentou uma base nacional comum para a educação básica e incluiu a Educação Ambiental como uma diretriz para o Ensino Fundamental (BRASIL, 1996). Postumamente documentos como Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) em 1998; Diretrizes Nacionais Gerais para a Educação Básica (DCNs) 2010; Plano Nacional de Educação (PNE) 2014, e por fim o documento Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em 2018 consolidaram as competências e habilidades a serem desenvolvidas em todas as etapas de ensino.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo conforme já abordado no primeiro roteiro, que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica.

A abordagem dos Temas Contemporâneos Transversais (TCTs), incluso no documento da BNCC, visa permitir ao estudante compreender questões diversas, tais como cuidar do planeta, a partir do território em que vive, cuidar de sua saúde, usar as novas tecnologias digitais, entender e respeitar aqueles que são diferentes e quais são seus direitos e deveres como cidadão, contribuindo para a formação integral do estudante como ser humano, sendo essa uma das funções sociais da escola (BRASIL, 2018). A Base Nacional Comum Curricular destaca a importância dos TCTs quando diz que é dever dos sistemas de ensino e escolas:

Por fim, cabe aos sistemas e redes de ensino. Assim como as escolas, em suas respectivas esferas de autonomia e competência, incorporar aos currículos e às propostas pedagógicas a abordagem de temas contemporâneos que afetam a vida humana em escala local, regional e global, preferencialmente de forma transversal e integradora (BRASIL, 2017, p. 19).

Estruturada na BNCC, grande área de Ciências Humanas é vislumbrada fundamentalmente para o desenvolvimento cognitivo básico dos educandos no tempo e espaço de forma integradora, que coaduna com os TCTs. Esse raciocínio espaço-temporal é concebido o ser humano como produtor de um espaço de vivência e apoderado dele em determinada circunstância histórica em escala local, regional e global. Nessa completitude, espera-se que o discente perfaça uma avaliação do passado ou no presente, reconhecendo-se como responsável tanto pelo saber produzido quanto pelo controle dos fenômenos naturais e históricos dos quais é agente transformador.

A Geografia, área das Ciências Humanas, predispõe ao aluno fazer essa leitura do mundo em que vive e a pensar espacialmente, desenvolvendo o raciocínio geográfico e reconhecendo os objetos, os fenômenos e os lugares distribuídos em seu território. A percepção

de realidade, o ordenamento territorial, as conexões existentes entre componentes físico-naturais e as ações antrópicas, o inserem como elemento fundamental na construção ética (BRASIL, 2017). Construção essa, valorando os direitos humanos, o respeito ao ambiente e a coletividade, fortalecendo assim, os valores sociais.

Construir um agente protagonista do meio, ou seja, o sujeito capaz de atuar para o bem comum com discernimento e veemência por um mundo democrático e humanizado e que reconheça os recursos naturais como parte de sua própria vida, exige do docente um olhar com desvelo para seus educandos, exige planejamento.

Planejar as ações pedagógicas é fundamental para que o docente conduza o processo de aprendizagem com mais segurança e significado (GAMA, 2016). É papel do professor e da escola garantir o desenvolvimento dos sujeitos em todas as suas dimensões, intelectual, física, emocional, social e cultural e se constituir como projeto coletivo, compartilhado por crianças, jovens, famílias, educadores, gestores e comunidades locais.

Por suposto, o planejamento educacional fundamentado na formação integral dos sujeitos, promove a criticidade, autonomia e responsabilidade consigo mesmos e com o mundo. A concepção de integralidade é inclusiva, reconhece a singularidade dos sujeitos, instiga a equidade a partir das múltiplas linguagens, espaços e recursos e está alinhada com a sustentabilidade, porque o processo educativo é contextualizado na interação entre o que se aprende e o que se pratica (ALMEIDA, 2018).

Destarte, a construção ações educacionais planejadas sob a perspectiva da integralidade na Geografia, conduz a construção e a reconstrução dos saberes, voltando o olhar do educando para o mundo, para o território em que vive e para as suas finalidades e seu potencial de executabilidade. Deslumbra-se nessa estratégia, o papel do conhecimento científico como conhecimento da atividade científica que explicará os fenômenos naturais e sociais de forma racional, produto de uma atividade que envolverá, a partir de uma hipótese, metodologia e um debate dos resultados da investigação.

No imo da unidade escolar, a temática proposta neste roteiro prático-tecnológico permite contemplar as premissas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) referente aos Temas Contemporâneos Transversais (TCTs), inferindo nas macro áreas Meio Ambiente e Ciência e Tecnologia alicerçadas na perspectiva de aprendizagem de Rousseau (1712-1778), Vygotsky (1896-1934), Lévy (1956) e Jonassen (1947-2012).

Historicamente, a inovação da prática pedagógica proposta por Jean-Jaques Rousseau (1712-1778) deslocou o centro do processo de aprendizagem do docente e dos conteúdos, para

as necessidades e interesses dos educandos, contradizendo as metodologias de aprendizagem apresentadas até então. Entretanto, essa mudança só obteve representação com a criação de novas escolas e métodos educacionais, orientados à aprendizagem ativa frente à problemas do cotidiano (WENDT; DALBOSCO, 2012).

Nessa conjuntura, a contribuição de Vygotsky (1988), na perspectiva da aprendizagem, com sua proposta técnica e inovadora para a época, quanto ao pensamento e a linguagem e também a natureza do processo de desenvolvimento da criança e o papel da instrução no desenvolvimento, merecem referência.

Vygotsky (1988) descreveu qual o papel a desempenhar pelo contexto social no desenvolvimento dos processos cognitivos das crianças. A interação social, nesse sentido, exerce papel crucial no desenvolvimento cognitivo. Essa abordagem apoia-se na concepção de um sujeito interativo que elabora conhecimentos sobre objetos, em processos necessariamente mediados pelo outro e constituídos pela linguagem.

A relação entre aprendizagem e desenvolvimento, Vygotsky (1988) aponta a existência de um nível a qual chamou de proximal ou potencial, que deve ser considerado na prática pedagógica, pois os educadores ao observar o desempenho observado no final do processo de ensino aprendizagem, ou seja, quando o aluno não consegue realizar sozinho determinada tarefa, mas consegue realizar com a ajuda de outros colegas, está revelando seu nível de desenvolvimento proximal, que já contém aspectos e partes mais ou menos desenvolvidas de instituições, noções e conceitos.

No final da década de 70, a difusão dos computadores intensificaram as mutações nos meios de interação social, principalmente nos modos de comunicação. A emergência dessas novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) acarretou profundas modificações nas instituições sociais, das quais, a educação não poderia estar ilesa, construindo assim, métodos interativos de aprendizagem, como já proposto por Vygotsky, associados a novas tecnologias.

Segundo o filósofo francês Pierre Lévy (1993) a origem do computador foi essa inovação imprescindível que transformou a informática em um meio de massa para a criação, comunicação e simulação. Conforme ele, a intervenção da tecnologia é o principal ponto de apoio de um processo ininterrupto de aprendizagem e de ensino da sociedade por si mesma.

Lévy (2001, p. 92) ressalta que “todas as instituições humanas irão se integrar e convergir para uma inteligência coletiva sempre capaz de produzir e explorar novas formas.” Nessa interface homem/máquina proposto por Lévy, o conjunto de programas e aparelhos materiais que permitem a comunicação entre um sistema informático e seus usuários



desenvolvem a interatividade entre os sujeitos por consequência a aprendizagem.

No ensino tecnologia e aprendizagem, David H. Jonassen (1996) classifica a informática e a aprendizagem em quatro aspectos: aprender a partir da tecnologia, aprender acerca da tecnologia, aprender através da tecnologia e aprender com a tecnologia. Essas quatro formas determinam a aprendizagem e não a tecnologia em si, mas a forma de utilizar corretamente a ferramenta, usando-a sobretudo, como estratégia cognitiva de aprendizagem.

Segundo Jonassen (1996), “As tecnologias educacionais atuam como ferramentas possível de aproximação dos sujeitos (alunos) para as soluções de diversos problemas”. Conforme o referido autor, a aprendizagem deve ser construída de problemas e questões relevantes que compõem os conflitos do mundo concreto, nos quais os alunos devem construir o conhecimento com desempenho efetivo.

Pensando na aproximação de aprendizagem com o mundo concreto, desenvolveram-se diferentes instrumentos para se compreender e associar à análise do espaço geográfico aplicados no ensino de Geografia, a partir de geotecnologias, como os *softwares* GIS (*Geographical Information System*), GPS (*Global Positioning System*) e *Google Earth*.

As geotecnologias surgiram concomitantemente a partir do desenvolvimento dos computadores e se difundiram, especialmente, com a divulgação maciça da Internet a partir da década de 1980. A literatura sustenta a Geotecnologia como a utilização da informação para a análise do espaço geográfico, realizada por meio da tecnologia. O autor Fitz, 2005 afirma que:

[...] geotecnologias, estas entendidas como sendo as novas tecnologias ligadas às geociências e às outras correlatas. As geotecnologias trazem, no seu bojo, avanços significativos no desenvolvimento de pesquisas, em ações de planejamento, em processos de gestão e em tantos outros aspectos à questão espacial (FITZ, 2005, p. 3).

Utilizar as geotecnologias (*softwares*), com o intuito de embasar e fomentar o processo de aprendizagem no ensino de Geografia, faz com que o educando compreenda o objeto de estudo como uma prática dialética com a realidade. Por meio da obtenção de dados espaciais no desenvolvimento de pesquisas, o discente localiza-se como parte do espaço geográfico e passa inferir a ele com responsabilidade e cidadania.

Nesse ensino de interação social para o desenvolvimento cognitivo, proposto por Vygotsky, a interação entre o homem e a máquina proposto por Lévy (1993), em que os sujeitos irão interagir confluindo para um desenvolvimento coletivo de aprendizado e de Jonassen (1996), onde a aprendizagem acontece por experiência concreta, observação reflexiva, experimentação ativa na resolução de conflitos concretos do mundo, consolida-se

metodologicamente o presente roteiro.

Os conceitos serão construídos a partir da análise de dados geográficos utilizando como ferramenta o *software Google Earth*, que são considerados gatilhos cognitivos, desencadeados pelas propostas teóricas-práticas-tecnológicas da concepção do projeto, que preconiza a gestão e proteção das águas.

Além disso, a proposta torna possível engajar a escola em projetos comunitários de Educação Ambiental com viés tecnológico e participativo, ou seja, protagonistas de sua própria vida e atuando com responsabilidade e cidadania, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários (BRASIL, 2017).

O roteiro intitulado “O Sujeito e o mundo” trata-se de uma sequência didática (SD), que visa propor abordagens teórico-práticas a partir do uso de recursos geotecnológicos com atenção aos recursos hídricos. Evidencia-se a descrição desta proposta dividida em dois momentos, sendo o primeiro composto por textos motivadores que contemplam os temas: “A bacia hidrográfica é o nosso território”; “A importância das matas ciliares”; e “Índices de impacto” e no segundo, ilustra-se o roteiro de trabalho, o passo a passo, desde a aplicação das Geotecnologias utilizando o *Software Google Earth* no reconhecimento do território em que se encontra o sujeito, até a proposta de sistematização de avaliação dos resultados.

O projeto prático tem como mote conector a Educação Ambiental, configurado temas contemporâneos transversais, que permite abarcar os diferentes objetos do conhecimento empregando a Ciência tecnológica à prática de ensino na área da Geografia. Para sistematizar o conhecimento, propõe-se uma atividade que analisará o uso e ocupação do solo entorno de uma bacia hidrográfica, território o qual o estudante está inserido, e reforçará o papel da cientificidade tecnológica na Educação Básica, através da coleta de dados espaciais, a fim de, despertar a criticidade do educando para com os problemas ambientais vigentes.

Destarte, subscreve-se os objetivos da aprendizagem e a competência da Base Nacional Comum Curricular da referida proposta.

### **1.3.2 Objetivos da aprendizagem e habilidade na BNCC**

*“Somos céus atravessados por nuvens de energias vindas da profundidade dos tempos. Quanto mais acreditamos que somos alguém, mais somos ninguém. Quanto mais sabemos que não somos ninguém, mais nos tornamos alguém.”*

Pierre Lévy, 2000.

Consustanciando a prática do presente roteiro, estabelecem-se objetivos exequíveis,

pautados no processo da educação emancipatória e integral do educando. Através da aproximação entre os sujeitos e do entendimento do ser como parte integrante do território por meio de geotecnologias, objetiva-se:

- Compreender os elementos que definem uma bacia hidrográfica e identificar o ser humano como parte e agente modificador da natureza e do ambiente;
- Reconhecer que a ação humana pode gerar grandes impactos ambientais que comprometem qualidade da água em uma bacia hidrográfica e por consequência a saúde humana;
- Identificar as transformações no entorno de uma bacia hidrográfica aplicando as geotecnologias;
- Problematizar e contextualizar a possibilidade do uso de diferentes ferramentas tecnológicas aplicadas ao ensino, na resolução de problemas ambientais vigentes;
- Confrontar os resultados obtidos na pesquisa com a validação metodológica das geotecnologias, comprovando ou refutando a tese inicial para o diagnóstico ambiental dos cursos hídricos.

O roteiro prático “O Sujeito e o Mundo” permite contemplar as premissas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na grande área de Ciências Humanas conforme especificado a Competência da Base Nacional Comum Curricular:

#### (5) Cultura digital

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BRASIL, 2017).

### 1.3.3 Considerações Finais

O presente roteiro abordou uma proposta teórico-prática-tecnológica alicerçado no desenvolvimento da aprendizagem proposto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e pelos Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) nas macro áreas Meio Ambiente e Ciência e Tecnologia. Nessa perspectiva de aprendizagem, a mesma foi fundamentada, inferindo o educando ao mundo tecnológico como protagonista da educação, conforme as propostas de Rousseau (1712-1778), aprendizagem voltada para o interesse do educando, Vygotsky (1896-1934), na concepção de um sujeito interativo, Lévy (1993) na intervenção da tecnologia como

principal ponto de apoio de um processo ininterrupto de aprendizagem, e de Jonassen (1996), onde a tecnologia aproxima os sujeitos da aprendizagem, através da observação reflexiva, experimentação ativa e na resolução de conflitos concretos do mundo.

A tecnologia provoca novas formas de ver o mundo, de senti-lo e de estar nele. Essas perspectivas incorporadas as práticas pedagógicas educacionais, elucubra para a formação de sujeitos críticos e conscientes de seu lugar no mundo e da sua participação como cidadão em seu contexto social. Não é tratar a tecnologia como algo acabado, e sim como um meio, uma ponte, que conecte o conhecimento a ser apreendido com a realidade vivida. É imprescindível que a escola possa oferecer conhecimento científico-tecnológico capaz de formar cidadãos sujeitos da história, construindo assim, a educação científica.

Estimular a elaboração de hipóteses, oferecer instrumentos metodológicos que possam testar estas hipóteses e argumentar resultados, são elementos essenciais na base para a construção científica. Todos estes elementos reforçarão o papel do conhecimento na construção de pessoas críticas, embasadas de conhecimento científico e ativas na sociedade em que estão inseridas.

Dessa forma, unindo o conhecimento de teóricos-educacionais-tecnológicos, documentos norteadores e o planejamento escolar (roteiro), a educação no Brasil se constrói na complexidade biológica, psicológica, cultural e social, ou seja, em sua integralidade. Nesse ensejo, a Educação Ambiental e a Ciência Tecnológica adentra nessa integração, com práticas de ensino planejadas e fundamentadas, voltadas para a Educação Ambiental a partir do uso de Geotecnologias, aplicadas ao ensino na área da Geografia, onde o educando é protagonista da educação. Somente assim, construiremos um ambiente escolar transformador, pois um país sem ciência e tecnologia nunca será soberano, a ciência é uma narrativa construída gradativamente por todos nós, professores, alunos, pais e comunidade.

#### 1.4 ROTEIRO 3: DA EXPERIMENTAÇÃO AO MUNDO

A expansão dos centros urbanos, a intensificação da industrialização e o crescimento populacional em exponencial são fatores que estão colocando em risco a disponibilidade dos recursos naturais e por consequência a vida. A degradação dos ecossistemas aquáticos, resultante da má gestão do uso do solo e das atividades antropogênicas, constitui uma das grandes preocupações ecológicas dos últimos anos por reduzir a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos (SANTOS et al., 2019). Na condição de sujeitos, sofremos o impacto desses problemas ambientais que comprometem a qualidade de vida e a saúde de toda a população

(PICCOLI et al., 2016). Para minimizar essa crise ambiental precisamos reconhecer o meio ambiente como fator social, não somente físico ou biológico.

Para isso, é essencial a participação de todos os cidadãos, aguerridos de informações científicas acerca das consequências que a degradação do ambiente pode acarretar sobre a sua existência e sobre o mundo. A disseminação do conhecimento científico é a base para essa fundamentação e para reivindicações de soluções ecologicamente viáveis hoje e no futuro próximo.

Partindo desse pressuposto, reconhece-se a ciência como um poderoso recurso na construção do conhecimento, neste sentido, tanto a escola e seus atores (alunos, professores) podem inferir o conhecimento científico em sua *práxis* diária, concebendo-se como sujeito integrante do mundo, meio social. É neste sentido que o papel da educação científica deve trilhar e apoiar, estratégias didáticas que fomentem diálogos e ofereçam instrumentos metodológicos que permitam a partir da perspectiva colaborativa e participativa entre educandos e educadores, estimular o exercício da cidadania em busca por soluções de problemas ambientais e sociais vigentes, possibilitando o educando a se reconhecer como agente que compreende o meio e proativo a modificá-lo.

Por conseguinte, o objetivo deste terceiro roteiro intitulado “Da experimentação ao Mundo” é contribuir para que acadêmicos e profissionais da educação possam fundamentar a apropriação de conceitos através de atividades didáticas práticas e tecnológicas na Área de Ciências da Natureza, conforme a Base Nacional Comum Curricular, com foco no ensino Fundamental II, estabelecido pelo Ministério da Educação. O referido roteiro abrange três principais seções, estas compostas pela fundamentação teórica e prática da didática, pelos objetivos da aprendizagem e competência da Base Nacional Comum Curricular, especificamente na macro área Meio Ambiente e as considerações finais do material.

#### **1.4.1 Fundamentação teórica e prática**

O Governo Federal Brasileiro, visando estruturar e orientar o ensino na Educação Básica e, buscando o desenvolvimento na integralidade do educando, deliberou alguns documentos norteadores dos componentes curriculares ao longo dos anos e que se consolidaram até o atual momento.

A Lei nº 9.394, de 20 de dezembro 1996, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), regulamentou uma base nacional comum para a Educação Básica e incluiu a Educação Ambiental como uma diretriz para o Ensino Fundamental (BRASIL, 1996).

Postumamente, documentos como Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) em 1998; Diretrizes Nacionais Gerais para a Educação Básica (DCNs) em 2010; Plano Nacional de Educação (PNE) em 2014, e por fim o documento Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em 2018, consubstanciaram no âmbito pedagógico e ambiental, os direitos de aprendizagem e desenvolvimento das competências a serem desenvolvidas em todas as etapas de ensino na Educação Básica.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que estrutura os currículos dos sistemas e redes de ensino das Unidades Federativas, como também as propostas pedagógicas de todas as escolas públicas e privadas de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, em todo o Brasil (BRASIL, 2017). Esta, articula-se conforme os termos da LDB, das DCNs e do PNE, estabelecendo conhecimentos, competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes ao longo da escolaridade básica, valorando os princípios éticos, políticos e estéticos somados aos propósitos que direcionam a educação brasileira para a formação humana integral e para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

O documento intitulado Temas Contemporâneos Transversais (TCTs), outrora conhecido como PCNs e hoje parte integrante da BNCC, contempla a macro Área Meio Ambiente, atrelada a Grande área de Ciências da Natureza. Esta, assegura o comprometimento que transcende para além contexto escolar, fundamentando-se no diálogo, na reflexão, nas experiências individuais e coletivas e na observação e inferência ao meio. Para tanto, o TCTs refere-se:

[...] a abordagem dos Temas Contemporâneos Transversais é uma ferramenta valiosa para a superação da fragmentação do conhecimento e formação integral do ser humano com o desenvolvimento de uma visão ampla de mundo. Contudo, é preciso enfrentar o desafio de traçar caminhos para se trabalhar com equidade - busca da igualdade sem eliminar as diferenças -, ética, solidariedade e respeito ao ser humano, ao pluralismo de ideias e de culturas (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2019, p. 24).

Consolidada na BNCC e no TCTs, a grande área de Ciências da Natureza, tem o compromisso com o desenvolvimento do letramento científico. Este, consiste na capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico) e também transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. Em outras palavras, o letramento científico visa promover o desenvolvimento da capacidade de atuação do educando no e sobre o mundo

o qual está inserido, feito importante ao exercício pleno da cidadania.

Nessa perspectiva de educação integral, atuante e efetiva, as diferentes concepções para o planejamento didático na construção de atividades práticas e investigativas que promovam um novo olhar sobre o mundo, acerca de respostas que levem a intervenções conscientes e pautadas nos princípios de sustentabilidade e bem comum da Educação Ambiental, justifica-se esse roteiro.

Para tanto, um conjunto de ações planejadas, serão abordadas na sequência a fim de aplicar conceitos e experienciar a prática com liberdade e autonomia. Isso implica, traçar objetivos de aprendizagem que conduzam a construção e a reconstrução dos saberes, que evidenciem suas finalidades, seus conteúdos e suas metodologias, partindo sempre do conhecimento sensível ou empírico para o conhecimento espiritual ou intelectual. Abordando essa concepção inovadora de ensino, sob a perspectiva colaborativa e participativa entre educandos e educadores assegurados pelo documento normativo BNCC e TCTs, descreve-se a fundamentação prática subsequente.

Há mais de 2 300 anos, Aristóteles defendia a experiência quando afirmava que “quem possua a noção sem a experiência, e conheça o universal ignorando o particular nele contido, enganar-se-á muitas vezes no tratamento” (Aristóteles, 1979). Desde os primórdios já se reconhecia o caráter particular da experiência como elemento imprescindível para se conceber um conhecimento universal. Ter a noção sem a experiência resgata, em certa medida, a temática de se discutir as causas sem se tomar contato com os fenômenos empíricos, o que significa ignorar o particular e correr o risco de formular explicações equivocadas.

Corroborando com o conhecimento universal de Aristóteles, no cerne da unidade escolar, a temática proposta neste roteiro prático “Da experimentação ao mundo” permite contemplar as premissas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) referente aos Temas Contemporâneos Transversais (TCTs), inferindo na macro área Meio Ambiente alicerçadas na perspectiva sociointeracionista de aprendizagem de Vygotsky (1896-1934) na Experimentação problematizadora e dialógica de Freire (1921-1997) e também na dinâmica dos momentos pedagógicos, organizada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002).

A contribuição de Vygotsky (1988), na perspectiva da aprendizagem sociointeracionista, técnica e inovadora para a época, quanto ao pensamento e a linguagem e também a natureza do processo de desenvolvimento da criança e o papel da instrução no desenvolvimento, merecem referência.

Vygotsky (1988) descreveu a interação social como papel crucial no desenvolvimento

cognitivo. Essa abordagem apoia-se na concepção de um sujeito interativo que elabora conhecimentos sobre objetos, em processos necessariamente mediados pelo outro e constituídos pela linguagem.

Na relação entre aprendizagem e desenvolvimento, Vygotsky (1988) aponta a existência de um nível a qual chamou de proximal ou potencial, que deve ser considerado na prática pedagógica, pois os educadores ao observam o desempenho no final do processo de ensino aprendizagem. Para Vygotsky (1988), o nível de desenvolvimento mental do aluno não pode ser determinado apenas pelo que consegue produzir de forma independente, é necessário conhecer o que consegue realizar, mesmo necessitando da ajuda de outras pessoas. O professor nesse inteiro, deve atuar na zona de desenvolvimento proximal, que é a distância entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento proximal.

Na perspectiva do autor, a zona de desenvolvimento proximal nos permite delinear um futuro imediato da criança e seu estado dinâmico de desenvolvimento, propiciando o acesso não somente ao que já foi atingido através do desenvolvimento, mas também aquilo que está em processo de maturação. Vygotsky (1991, p.56) afirma que “o aprendizado humano pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daquelas que a cercam.”

Para Vygotsky (1991), os educadores podem ser os observadores dos seus alunos, pois devem se preocupar com o que os alunos estão fazendo e com o que são capazes de fazer. Os educadores devem envolver os estudantes em atividades e experiências funcionais relevantes, que ampliarão suas capacidades. Da mesma forma, eles fazem a mediação da troca dos estudantes com o mundo de modo a apoiar a aprendizagem, sem controlá-la. Devem descobrir oportunidades para encorajar os estudantes a trabalharem em colaboração sobre a variedade de problemas importantes e significativos.’

Coadunando com o processo de mediação de Vygotsky, Freire (1997) afirma que para compreender a teoria é preciso experienciá-la. A experimentação problematizadora de Paulo Freire, aborda que “(...) na pedagogia problematizadora, o professor deve suscitar nos estudantes o espírito crítico, a curiosidade, a não aceitação do conhecimento simplesmente transferido” Freire (2005, p. 67), inferindo assim a interação mediada e crítica. É nesse momento que os estudantes são desafiados a expor os seus entendimentos sobre determinadas situações significativas que são manifestações de contradições locais (FREIRE, 1987) e que fazem parte de suas vivências.

Para que hajam essas inter-relações entre atores educacionais e suas vivências, a



presença efetiva do diálogo é imprescindível. O diálogo presente no contexto teórico de Freire e Vygotsky apontam para o desenvolvimento do ser humano, no sentido de proporcionar ao mesmo, novos desafios, liberdade de expressão, criticidade, criatividade e a busca por conhecimentos elaborados (PIZANI, 2017).

A troca de experiências, o respeito ao conhecimento prévio do aluno e a busca pelo conhecimento é fundamental em uma pedagogia dialética. Conforme Pizani (p. 15, 2017), “O diálogo de acordo com Freire é visto como o caminho para a liberdade do oprimido e do opressor; para Vygotsky, a linguagem e o pensamento mediados pela interação com o meio e com os outros é o que possibilita o desenvolvimento e a aprendizagem das crianças”. Portanto, por mais que os autores Freire e Vygotsky viveram em contextos históricos e geográficos diferentes, ambos tinham como ponto de partida a efetivação da aprendizagem carregada de significações, amor e respeito para um caminho no processo de ensino e aprendizado eficaz e eficiente, capaz de proporcionar a transformação social e cultural dos indivíduos.

Infelizmente, no Brasil, a experimentação iniciou nas escolas com um viés científico em busca de novas tecnologias, sem a preocupação para uma aprendizagem significativa e pautada na dialética. Segundo Delizoicov e Angotti (1992) a formação inicial dos professores de Ciências não possuía características que viessem ao encontro das expectativas que a experimentação se propunha.

Segundo Delizoicov et al (2002) os momentos pedagógicos que acercam ao encontro dessa experimentação devem abarcar: a Problematização inicial em questão; a Organização do conhecimento e Sistematização do conhecimento. Para o primeiro momento o professor deve apresentar as situações com admissão a um conhecimento teórico que permite fazer problematizações através de questionamentos. No segundo momento o aluno precisa organizar o conhecimento através de registros, para utilizar o último momento analisando e interpretando o conhecimento. Nesse momento é necessário fazer uso da reflexão e criticidade aos resultados da experimentação para que possa ser discutida e avaliada no grupo, possibilitando uma releitura do fenômeno estudado (TAHA, 2015).

Conforme Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), a finalidade da problematização é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão e fazer com que ele reconheça a necessidade de se obterem novos conhecimentos, com os quais possa interpretar a situação mais adequadamente. Isto é: “[...] deseja-se aguçar explicações contraditórias e localizar as possíveis limitações do conhecimento que vem sendo expressado, quando este é cotejado com o conhecimento científico que já foi

selecionado para ser abordado" (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002, p. 201).

Nesse ensejo, mediador, participativo e colaborativo proposto por Vygotsky (1988), em que o estudante é o protagonista do seu aprendizado e de Freire (1984), onde a aprendizagem acontece por problematização, experimentação e dialógica, sendo esta organizada e sistematizada, conforme os momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), consolidou-se metodologicamente o presente roteiro.

O roteiro intitulado "Da experimentação ao mundo" é composto por duas seções, sendo a primeira contextual, constituída por três textos motivadores que discutem "As influências antrópicas no entorno alteram a qualidade da água", "Parâmetros físicos da água" e "Parâmetros Químicos da água" e a outra seção apresenta a prática do monitoramento das águas, desde a coleta da água, análise dos indicadores químicos e físicos até a proposta de sistematização e avaliação dos resultados. Práticas de ensino voltadas para a coleta de informações diretamente na natureza desde a mais tenra idade, infere na construção do ser humano a condição de sujeito atuante e conhecedor do ambiente ao qual está inserido, podendo assim, em qualquer momento da sua vida, lutar pela conservação e preservação do ambiente natural com conhecimento e competência. A experimentação problematizadora como uma ferramenta de iniciação científica para um problema ambiental vigente que é a qualidade da água nos cursos hídricos, contribui para a efetivação processo de ensino-aprendizagem significativo, promovendo o letramento científico, e fomentando na construção na abordagem histórico-cultural do desenvolvimento humano.

Destarte, subscreve-se os objetivos da aprendizagem e a competência da Base Nacional Comum Curricular da referida proposta.

#### **1.4.2 Objetivos da aprendizagem e habilidade na BNCC**

*"Há escolas que são gaiolas e há escolas que são asas. Escolas que são asas não amam pássaros engaiolados. O que elas amam são pássaros em vôo. Existem para dar aos pássaros coragem para voar. Ensinar o vôo, isso elas não podem fazer, porque o vôo já nasce dentro dos pássaros. O vôo não pode ser ensinado. Só pode ser encorajado".*

Rubem Alves, 2002.

Elucubrando por uma educação libertadora que não aprisiona as mentes, estabelecem-se com a aplicação deste roteiro alguns objetivos fundamentados no ensino-aprendizagem

mediado, significativo e autônomo para o desenvolvimento humano. Porquanto, a proposta pedagógica prática deste material assegura:

- Identificar as influências antrópicas que alteram a qualidade das águas e salientar a importância do monitoramento ambiental;
- Analisar parâmetros físicos e químicos da água e relacionar as interações entre essas variáveis e com o meio em que vivemos;
- Valorizar a construção de cidadãos conscientes e críticos, fortalecendo a inter-relação entre o ser humano e o meio ambiente, desenvolvendo um espírito cooperativo e comprometido com o futuro do planeta.

O roteiro prático “Da experimentação ao Mundo” permite contemplar as premissas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na grande área de Ciências da Natureza conforme especificado a Competência da Base Nacional Comum Curricular:

(7) Argumentação.

Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

### **1.4.3 Considerações finais**

O presente roteiro abordou uma proposta teórico-prática alicerçada no desenvolvimento da aprendizagem significativa e integral, proposta pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e pelos Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) na macro área Meio Ambiente. Nessa perspectiva de aprendizagem, a fundamentação metodológica foi alicerçada, por Vygotsky (1988), em que o estudante é o protagonista da aprendizagem, e, esta se perfaz a partir da interação entre os sujeitos; de Freire (1984), onde a aprendizagem acontece por problematização, experimentação e dialógica, sendo esta organizada e sistematizada, conforme os momentos pedagógicos proposto por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002).

Dessa forma, unindo o conhecimento de teóricos-educacionais, documentos norteadores para a Educação Básica somados a proposta de experimentação problematizadora como uma ferramenta de iniciação científica para um problema ambiental vigente, a educação se consolida com profissionais cientificamente embasados com o comprometimento na formação de indivíduos na sua complexidade biológica, psicológica, cultural e social, ou seja, em sua integralidade.

Nesse ensejo, a Educação Ambiental adentra nessa integração, transcendendo para além contexto escolar, promovendo a sensibilização para conservação dos ecossistemas aquáticos, que hodierno encontram-se ameaçados pelas ações das atividades antropogênicas. Espera-se com o emprego metodológico desse roteiro que o educando desenvolva a criticidade frente as agruras vivenciadas a natureza, contribuindo assim, para a manutenção salutar dos recursos naturais, hoje e em um futuro próximo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil conta com uma política de recursos hídricos, a Lei 9.433/97 que objetiva assegurar à atual e as futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidades adequados aos respectivos usos, bem como a Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do meio Ambiente (CONAMA) que estabelece padrões de qualidade adequados aos respectivos usos da água, asseverando a potabilidade hídrica à população. Entretanto, com a expansiva verticalização e desenvolvimento econômico das cidades, o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos não estão sendo realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente.

Pode-se afirmar que, se as condições de saneamento básico no Brasil fossem adequadas, haveria uma substancial melhora no quadro da qualidade dos recursos hídricos e por consequência da saúde da população. A implantação de um sistema de saneamento, limpeza urbana, manejo de resíduos e controle de efluentes industriais, neste caso, significariam interferir no meio ambiente, de maneira a interromper o ciclo de descaso e descaminhos que infringem o princípio legal da dignidade humana de acesso à água limpa e ao esgotamento sanitário adequado.

Os resultados do estudo de uso e ocupação do solo associados ao monitoramento químico e biológico das águas do rio Itajaí-Açu permitiram diagnosticar a condição atual do maior curso d'água da bacia hidrográfica do Itajaí. Diante do exposto em seção anterior, entende-se que as águas do rio Itajaí-Açu se encontram potencialmente contaminadas por coliformes totais e coliformes termotolerantes, demonstrando influência antrópica do uso inadequado do solo no tocante ao despejo de efluentes, urbano e industriais, sem tratamento no curso hídrico. Também, constatou que a remanescente vegetação às margens do rio no município de Apiúna, SC, ainda atua como atenuante da carga de poluentes, tanto para os indicadores químicos advindos da adubação das áreas agricultáveis da região, como para os indicadores biológicos resultantes de efluentes.

Esta análise sugere, a partir desses resultados, a ausência ou precariedade de um Plano Diretor Municipal para o uso adequado da ocupação do solo, bem como um Plano Municipal de Saneamento Básico em todos os municípios integrantes da bacia hidrográfica do Itajaí. É imprescindível ação do poder público para o desenvolvimento de políticas e diretrizes voltadas ao planejamento territorial com vistas a qualidade das águas nas bacias hidrográficas e sua ocupação, pois o descaso contribui para o aumento da degradação ambiental do território bem

como a salubridade da sua população.

O desenvolvimento sustentável por meio da adoção de parâmetros na garantia da conservação dos recursos naturais deve ser realizada fundamentalmente nos espaços do cotidiano da vida humana, concebendo o ambiente como um território vivo, dinâmico, reflexo de processos políticos, históricos, econômicos, sociais e culturais, onde se materializa a vida humana e a sua inter-relação com o Universo.

Nessa perspectiva de inter-relação entre o ser humano e o meio ambiente, a construção do Produto Educacional, com vistas aos cursos hídricos, adentrou transcendendo para além contexto escolar, fundamentando-se na aprendizagem em um círculo de experiência, reflexão, pensamento e atividade, desde a formação do indivíduo na Educação Básica.

Práticas de ensino planejadas e fundamentadas, voltadas para a Educação Ambiental e para a Ciência Tecnológica, onde o educando é protagonista da educação, elucubra para a formação de sujeitos críticos e conscientes de seu lugar no mundo e da sua participação como cidadão em seu contexto social. É imprescindível que a escola possa oferecer conhecimento científico-tecnológico capaz de formar cidadãos sujeitos da história, construindo assim, a educação científica que supera a dicotomia homem e natureza e desenvolve a sensibilidade para com o meio ambiente e a qualidade de vida das futuras gerações.

Nesse sentido participativo e colaborativo, o percurso da pesquisa ainda revelou desafios que suscitam investigação para trabalhos posteriores. No que compete ao âmago do tema, o monitoramento da qualidade das águas com maior frequência, com número amostral mais expressivo, associado as Geotecnologias, podem resultar em uma padronização para a qualidade das águas por sensoriamento remoto. Este, comparando os resultados das análises laboratoriais com os números digitais expressos em imagens de satélite, nas datas específicas de coleta, podem estabelecer um comportamento padrão para um suposto indicador. Resultado este, não foi possível no presente trabalho devido ao número reduzido de amostras, as quais já abarcaram um custo financeiro expressivo aos pesquisadores, mas que pode ser alcançado através de financiamentos e incentivos à pesquisa científica.

Também, sugere-se a aplicação da sequência didática do Produto Educacional para a Educação Básica, uma vez que, em virtude da Pandemia de COVID-19, o ensino passou a ser remoto durante o ano letivo de 2020 e o mesmo não pode ser efetivada. Almeja-se assim, que a construção deste material, seja um incentivo para que docentes promovam o letramento científico, através de atividades inovadoras e práticas com desvelo à Educação Ambiental, possibilitando assim, a educação emancipatória em sua integralidade.

Destarte, os objetivos propostos na presente pesquisa foram alcançados com êxito. Espera-se que a mesma suscite condições para que demais pesquisadores possam avançar no que compete ao tema, contribuindo assim, para a construção e o desenvolvimento da ciência.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, de O. S. N. Concepções de educação integral e suas relações com equidade educacional, 2018.
- ALVES, R. Por uma Educação Romântica: Gaiolas ou asas? Campinas, São Paulo: Papirus, 2002, p. 29.
- ARISTÓTELES. Metafísica. São Paulo: Editora Abril, 1979. Livro A, cap. I. (Coleção Os Pensadores) Orig. do século IV a.C
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Brasília, 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005, págs. 58-63 Disponível em: < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em 20 abr. 2020.
- BRASIL. Lei n.9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 dez. 1996. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9394.htm)>. Acesso em 16 abr. 2020.
- BRASIL. Lei nº 6.838, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 ago. 1981 Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm)>. Acesso em: 10 maio 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. Guia de Implementação dos Temas contemporâneos transversais na Base Nacional Comum Curricular: propostas de práticas de implementação. MEC, Brasília, DF, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/guia\\_pratico\\_temas\\_contemporaneos.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/guia_pratico_temas_contemporaneos.pdf). Acesso: 11 ago 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular - Terceira versão. Brasília, DF: MEC/SEB, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br>> Acesso em 16 abr. 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC/ SEB, DICEI, 2013.
- BRASIL. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais. 1997.
- BRASIL. Lei nº 13.005, 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional da Educação – PNE. Diário Oficial da União, Poder Legislativo, Brasília, DF. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm)>. Acesso em: 05 maio 2015.
- CARVALHO, I. C. M. Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico. São Paulo: Cortez, 2004.
- Delizoicov, D.; Angotti J. A. (1992). Metodologia do Ensino de Ciências. São Paulo: Cortez.



- Delizoicov, D.; Angotti, J. A.; Pernambuco, M. M. (2002). Ensino de ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez.
- FITZ, P. R. Novas tecnologias e os caminhos da Ciência Geográfica. *Diálogo Tecnologia*, v. 6, p. 35-48, 2005.
- FREIRE, P. A Importância do Ato de Ler. São Paulo: Cortez Editora, 1982.
- FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.
- FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2003, p. 61.
- GAMA, M. L. S. Planejamento Educacional e Formação de Professores: práticas, sentidos e significados. Appris Editora e Livraria Eireli-ME, 2016.
- JONASSEN, D. As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática. Tradução de Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.
- JONASSEN, D. O uso das novas tecnologias na educação à distância e a aprendizagem construtivista. Em Aberto, Brasília ano 16 nº 70 abr/jun 1996. p. 70-88.
- KOLB, D. Experimental learning: experience as the source of learning and development. New Jersey, Prentice Hall/Englewood Cliffs, 1984.
- LÉVY, P. Cibercultura. 2.ed. São Paulo: Editora 34, 2000.
- LÉVY, P. Filosofia World: o mercado, o ciberespaço, a consciência. Lisboa, Instituto Piaget, 2000, p.192.
- LÉVY, P. A conexão planetária: o mercado, o ciberespaço, a consciência. São Paulo: Editora 34, 2001.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). Temas contemporâneos transversais na BNCC. Proposta de Práticas de Implementação. p. 26, 2019.
- PICCOLI, A. DE S. et al. Environmental education as a social mobilization strategy to face water scarcity. *Ciencia e Saude Coletiva*, v. 21, n. 3, p. 797–808, 2016.
- PIZANI, I. C. M. O diálogo no processo de ensino e aprendizagem de acordo com Paulo Freire e Lev Vygotsky. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, v. 8, n. 16, 2017.
- SANTOS, L. A. C. et al. Conflitos de Uso e Cobertura do Solo para o Período de 1985 a 2017 na Bacia Hidrográfica do Rio Caldas-GO. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, v. 8, n. 2, p. 189-211, 2019.
- TAHA, M. S. Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências. 2015.
- VIEIRA, I. C. B. Mapeamento da área de preservação permanente na margem norte do rio Itajaí-Açu em área urbana consolidada. *Metodologias e Aprendizado*, v. 1, p. 26-29, 2019.
- VYGOTSKY, L. S. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. Tradução de Maria da Penha Villalobos. São Paulo: Ed. da USP, 1988.
- VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 4ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.
- VYGOTSKY, L. S. Pedagogia da Esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido. 12 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

WENDT, C. E.; DALBOSCO, C. A. Iluminismo pedagógico e educação natural em Jean-Jacques Rousseau. *Educação (UFSM)*, v. 37, n. 2, p. 229-240, 2012.

WITTER, G. P. Importância das sociedades/associações científicas: desenvolvimento da ciência e formação do profissional-pesquisador. *Boletim de Psicologia*, v. 57, n. 126, p. 1-14, 2007.

WOLLMANN, E. M.; SOARES, F. A. A.; ILHA, P. V. As percepções de Educação Ambiental e Meio ambiente de professoras das séries finais e a influência destas em suas práticas docentes. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 15, n. 2, p. 387-405, 2015.

## ANEXOS

### ANEXO A – CARTA DE ACEITE PARA PUBLICAÇÃO DE ARTIGO

Disponível para acesso em URL:

[https://drive.google.com/drive/folders/1WoV\\_MDJUk6pB2qswJz3eugK8QjFzyZwo?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1WoV_MDJUk6pB2qswJz3eugK8QjFzyZwo?usp=sharing)

### ANEXO B – RELATÓRIOS DO MONITORAMENTO QUÍMICO E BIOLÓGICO DO RIO ITAJAÍ-AÇU

Disponível para acesso em URL:

<https://drive.google.com/drive/folders/1XjfQEXh3Eky8DubtyU0VipWERM7aofyV?usp=sharing>