



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO  
DE BIOLOGIA – PROFBIO

Márcia Marli Hasckel

**Investigando o impacto ambiental urbano em recursos hídricos:** uma proposta de  
Sequência Didática para o ensino médio.

Florianópolis  
2020

Márcia Marli Hasckel

**Investigando o impacto ambiental urbano em recursos hídricos: uma proposta de Sequência Didática para o ensino médio.**

Trabalho de Conclusão de Mestrado submetido ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia- ProfBio da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Biologia  
Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Risoleta Freire Marques

Florianópolis  
2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Hasckel, Marcia Marli Hasckel

Investigando o impacto ambiental urbano em recursos hídricos: uma proposta de Sequência Didática Investigativa para o ensino médio. / Marcia Marli Hasckel Hasckel ; orientador, Prof. e Dr. Maria Risoleta Freire Marques Marques, 2020.

130 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Mestrado Profissional em Ensino de Biologia. 2. Recursos hídricos, Meio ambiente, Sequência Didática, Material educacional.. I. Marques, Prof. e Dr. Maria Risoleta Freire Marques. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Biologia. III. Título.

Márcia Marli Hasckel

**Investigando o impacto ambiental urbano em recursos hídricos: uma proposta de Sequência Didática para o ensino médio.**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.<sup>a</sup> Maria Risoleta Freire Marques, Dr.<sup>a</sup>  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.<sup>a</sup>. Karim Hahn Lüchmann, Dr.<sup>a</sup>  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.<sup>a</sup>. Daniela Cristina de Toni, Dr.<sup>a</sup>  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.<sup>a</sup>. Juliana Righetto Dr.<sup>a</sup>  
Moser Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é **a versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Biologia.



Documento assinado digitalmente  
Carlos Jose de Carvalho Pinto  
Data: 30/12/2020 13:53:59-0300  
CPF: 564.856.209-82

Prof. Carlos José de Carvalho Pinto, Dr.

Coordenador do Curso



Documento assinado digitalmente  
Maria Risoleta Freire Marques  
Data: 30/12/2020 13:38:57-0300  
CPF: 025.060.298-93

Prof.<sup>a</sup> Maria Risoleta Freire Marques, Dr.<sup>a</sup>

Orientadora

Florianópolis, 2020

Este trabalho é dedicado ao meu filho José Luiz Hasckel  
Silveira, por todo amor, apoio e companheirismo.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida, saúde e por dar-me condições de seguir sempre em frente.

A minha Orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Risoleta Freire Marques, pelo conhecimento compartilhado e por acreditar neste projeto. Sem sua orientação, não conseguiria concluir este trabalho. Tens minha admiração e afeto!

Ao coordenador e professores do PROFBIO. Meus agradecimentos! Obrigada por me fazerem energizar, acelerar o coração e brilharem os meus olhos com a Biologia. Aprendi muito nesses dois anos, evoluí. Vocês ajudaram em minha transformação para ser uma professora e pessoa melhor!

Ao meu filho, José Luiz Hasckel Silveira, que sempre me fez ter garra e lutar por o que almejo. Obrigada por acreditar neste sonho comigo, por me esperar todos os sábados, com carinho. Sem seu amor, não conseguiria enfrentar os momentos difíceis.

Aos meus Pais, Clara Back Hasckel e José Antônio Hasckel, obrigado por acreditarem em mim. Pelas orações. Por me fazer acreditar desde pequena que a educação é transformadora e sempre será o melhor caminho.

Aos meus colegas de curso, por todo o aprendizado compartilhado e pelos cafezinhos de sábados. Aprendi muito com todos vocês. Especialmente às amigas que ganhei Aline Madruga Silveira e Daniele Savana. Sorrímos, choramos, lutamos e acreditamos. Sem vocês eu não teria chegado ao destino.

Aos meus amigos incentivadores de todos os dias Aline Madruga Silveira e Tiago por me ajudarem a construir este belo trabalho.

Aos meus colegas professores, à Coordenação e à Direção da EEB Professor Alexandre Sérgio Godinho de Biguaçu, Santa Catarina, é um prazer estar cercada por profissionais que valorizam a educação e contribuem para a formação integral de crianças e jovens. Vocês são exemplos de profissionais em Educação.

Aos meus alunos, por me desafiarem a buscar sempre novos conhecimentos, vocês me fazem uma pessoa melhor, todos os dias.

À CAPES, pelo auxílio financeiro nestes dois anos de mestrado<sup>1</sup>

---

Este Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) foi desenvolvido no âmbito do Programa de Mestrado Profissional de Ensino em Biologia (PROFBIO) da Universidade Federal de Santa Catarina, junto ao Departamento de Bioquímica, do Centro de Ciências Biológicas, sob a orientação da Profa. Dr.<sup>a</sup> Maria Risoleta Freire Marques, e contou com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).



## Relato da Mestranda

Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina
Mestrando: Márcia Marli Hasckel
Título do TCM: Investigando o impacto ambiental urbano em recursos hídricos: uma proposta de Sequência Didática para o ensino médio.
Data da defesa: 30 de outubro 2020
<p>Sempre sonhei em estudar numa Universidade Federal. Vou iniciar meu relato com essa frase que fez toda a diferença para que eu me inscrevesse no Mestrado PROFBIO. Meu nome é Márcia Marli Hasckel, sou Professora de Biologia e Ciências desde 2012, e fui a primeira em minha família que se graduou. Vinda de uma comunidade do interior do estado do Paraná, consegui realizar meu primeiro grande sonho concluindo minha graduação em 2010. Sempre gostei de estudar e senti a necessidade de buscar me especializar ainda mais.</p> <p>Em 2013, durante seis meses, fiz um estágio para o mestrado em Neurociências, pela UFSC, mas sem bolsa, e a exigência da frequência constante durante o período de estágio, acabou ficando inviável. Ao ler o edital do PROFBIO, vi uma oportunidade de realizar mais um sonho, estudar numa Universidade Federal. Por muitos anos, incentivo meus alunos a cursarem uma graduação numa instituição de referência em nosso estado, a ingressarem na UFSC e, agora, eu tinha essa oportunidade ao fazer um curso de Mestrado.</p> <p>Mesmo com os desafios, tais como: deixar de ficar com meu filho de quatro anos aos sábados, e apesar de trabalhar a semana toda como professora em uma escola, não me sentia cansada, pelo contrário, me sentia energizada e feliz. Aprender coisas novas, relembrar antigas, me sentir segura em sala de aula para fazer um bom trabalho, compartilhar experiências com professores maravilhosos e colegas de sala; a cada sábado, o curso preenchia lacunas e me propiciava formular ideias novas para auxiliar minha prática em sala de aula.</p> <p>Só tenho a agradecer pela oportunidade! E que venha a realização do próximo sonho: o Doutorado!</p>



Ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo. (Paulo Freire).



## RESUMO

O crescimento desordenado das cidades vem provocando profundas modificações no meio ambiente, e, mais especificamente nos recursos hídricos. O impacto antrópico sobre esses recursos de valor inestimável tem ocorrido de forma sistemática e contínua, afetando a qualidade da água, e, conseqüentemente, causando diversos prejuízos à fauna e flora aquáticas, e à saúde humana. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi propor uma Sequência Didática (SD), de caráter investigativo, voltada para estudantes do ensino médio, abordando o impacto urbano sobre os recursos hídricos, e suas conseqüências. A escolha de uma SD investigativa para a abordagem desse tema tão relevante nos pareceu uma estratégia mais que adequada, para possibilitar o protagonismo dos estudantes na construção de um aprendizado significativo. O delineamento geral da SD foi baseado em uma vivência real sobre o tema, aliada ao emprego de metodologias ativas, respaldadas pelas teorias de aprendizagem significativa de Ausubel, o interacionismo de Vygotsky e o método de Freire. Inicialmente, a SD propõe uma discussão sobre a natureza da água e a sua importância para os seres vivos. Essa discussão é seguida por uma atividade em campo, visando possibilitar que os estudantes contextualizem o tema dentro da sua realidade, ou seja, analisando amostras de um recurso hídrico, seja esse próximo à sua escola, no seu bairro, ou na sua cidade. Finalmente, a partir dos resultados das amostras analisadas, aliados ao material decorrente de pesquisas por eles realizadas, é proposta uma reflexão sobre ações que possam contribuir para o uso racional, e para a preservação do recurso hídrico estudado. Dessa forma, esperamos que a SD proposta permita uma aprendizagem ativa e significativa, possibilitando, como resultado, a reflexão sobre a relevância da preservação da qualidade ambiental, aliada à formação cidadã.

**Palavras-chave:** Ensino Médio; Sequência didática; Impacto ambiental; Recursos Hídricos; Água; Meio Ambiente.

## ABSTRACT

The unplanned growth of the urban centers has been causing profound changes and huge impacts to the environment, mainly to the hydric resources. The anthropogenic impact upon these invaluable resources has been occurring on a systematic and regular basis, directly affecting the water quality and threatening aquatic plants and organisms, as well as human health. The aim of our work was to propose an investigative Didactic Sequence (DS) to senior high students focusing on the urban impact upon hydric resources and the related consequences. The investigative nature of the proposed DS was chosen in order to promote activities in which students act as protagonists and that therefore can achieve a significant learning of the theme. Overall the DS planning was based on a real field experience and grounded on the theoretical premises of Ausubel, Vygotsky and Freire. Based on an initial discussion about the water, its nature and importance to all living organisms, the DS propose a research about a hydric resource that the students know and that is located as near as possible from the school they attend. This is an important aspect to be considered in order to bring the following investigation they will undertake close to their reality and everyday life. In case there is no river, creek or lake near the school they must consider their neighborhood in general. After the discussion of the results of their research the teacher can propose a visit *in loco* in order to carry a field study based on the analysis of water samples the students themselves will collect. The field activity must be prepared in advance and that is also part of the DS itself. The results of the analysis the students will perform in the field, as well as in the lab (simple analysis in order to make them feasible under the school scenario) will contribute to the final task of the DS which is based on the preparation of a material to be shared with other students in the school, as well as with the community living nearby. Therefore, we believe that the DS we proposed will contribute to the awareness of the rational use and preservation of the aquatic resources, as well as to more conscientious and committed citizens.

**Palavras-chave:** Environment; Didactic Sequence; Hydric Resources; Water; Senior High

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico que mostra a distribuição da água no Planeta.....	21
Figura 2 – Gestão da água em âmbito nacional e estadual: os colegiados, os responsáveis pela administração, o poder outorgante e a entidade da bacia.....	24
Figura 3 – Esquema representativo do delineamento geral estabelecido para o planejamento da Sequência Didática (SD).....	31
Figura 4 - Mapa de Santa Catarina, com destaque para a cidade de Biguaçu/SC.....	36
Figura 5 - Mapa da área de estudo: bacia hidrográfica do rio Caveiras/ Biguaçu/SC.....	40
Figura 6 - Mapa da área de estudo: bacia hidrográfica do rio Caveiras/ Biguaçu/SC.....	39
Figura 6 - Mapa da área de estudo: esqueleto do rio Caveiras/ Biguaçu/SC.....	39
Figura 7 - Foto das proximidades da nascente do rio Caveiras/ Biguaçu/SC.....	40
Figura 8 - Foto das proximidades da nascente do rio Caveiras/ Biguaçu/SC.....	40
Figura 9 - Rio Caveiras, proximidades da escola.....	41
Figura 10 - Rio Caveiras, local nas proximidades da escola.....	42
Figura 11 - Rio Caveiras (Ponto C) local nas proximidades da praia.....	43
Figura 12 - Local nas proximidades da praia, onde o rio Caveiras desagua.....	45
Figura 13 - Recipientes para coleta das amostras de água.....	45
Figura 14 - Recipientes com as amostras de água já coletadas.....	45
Figura 15 - Microscópio caseiro com laser.....	46
Figura 16 – Escala de pH .....	47
Figura 17 – Pigmentos do repolho roxo.....	47
Figura 18 - Determinação do pH .....	49
Figura 19 – Cor e Turbidez.....	50

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classes e respectivos usos da água conforme a Resolução CONAMA n° 357, de 2005.....	25
Quadro 2 - Dados estatísticos do município de Biguaçu – SC.....	39
Quadro 3 - Análise do pH em amostras de água, coletadas em três pontos do rio Caveiras. Ponto: 1° ponto (nascente); 2° ponto (próximo à escola) e 3° ponto (próximo à praia).....	49
Quadro 4 - Análise físico-química em amostras de água, coletadas em três pontos do rio Caveiras. Ponto: 1° ponto (nascente); 2° ponto (próximo à escola) e 3° ponto (próximo à praia).....	50
Quadro 5 - Análise físico-química em amostras de água, colhidas em três pontos do rio Caveiras. Ponto: 1° ponto (nascente); 2° ponto (próximo à escola) e 3° ponto (próximo à praia).....	52
Quadro 6 – Análises microbiológicas em amostras de água, colhidas em três pontos do rio Caveiras. Ponto: 1° ponto (nascente); 2° ponto (próximo à escola) e 3° ponto (próximo à praia).....	53
Quadro 7 – Sequência Didática (SD).....	58
Quadro 8 – Descrição das etapas e seus objetivos específicos, atividades e tarefas, forma de avaliação e duração da Sequência Didática (SD).....	58

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MA	Meio Ambiente
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PNLD	Programa Nacional do Livro Didática
SD	Sequência Didática
ENCL	O Ensino de Ciências por Investigação
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
pH	Potencial de hidrogênio
APP	Áreas de Preservação Permanente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
ANA	Agência Nacional das Águas e Saneamento
CNRH	Concelho Nacional dos Recursos Hídricos
PNRH	Política Nacional dos Recursos hídricos
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
SRHU	Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano
MMA	Ministério do Meio Ambiente
INCA	Instituto Nacional do Câncer

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>06</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>28</b>
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>29</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>49</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>65</b>
<b>6. APENDICE : MATERIAL DO ESTUDANTE.....</b>	<b>(em anexo)</b>



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

O ensino de Biologia, assim como das demais ciências, percorreu inúmeros caminhos ideológicos e metodológicos, sendo influenciado pelo cenário político e econômico vigentes na história do Brasil e pelas descobertas científicas de cada época. De acordo com Borba (2013), toda a tramitação político-social-nacional interfere na consolidação de propostas de ensino voltadas para o cumprimento dos ideais políticos em vigor em determinados momentos da história.

O ensino de Ciências e Biologia no Brasil, ainda acontecem, na maioria das vezes, de uma forma tradicional, onde o professor é o detentor do conhecimento e o aluno apenas um receptor, a qual tem se mostrado pouco eficaz. Desde o ensino fundamental, nos anos iniciais, até em nível de graduação, estudantes são apresentados a conteúdos de Ciências e Biologia dessa forma; o que não permita ao estudante desenvolver apego a eles, tornando-os muitas vezes maçantes, e por fim levando-os a serem minimizados em sua importância, e deixados de lado (KRASILCHIK, 2011).

Dentre os mais variados motivos, o confinamento em sala de aula e as estratégias estáticas, tradicionais e imutáveis, como apontam Krasilchick e Marandino (2007), se configuram os mais comuns.

De acordo com Freitas (2008) os principais obstáculos encontrados na educação brasileira são os baixos salários dos profissionais da educação, pouca participação da família na vida escolar do estudante, pouco investimento em infraestruturas educacionais, e principalmente, a formação deficiente e inadequada dos professores.

As instituições estaduais de ensino, na atualidade, contam com uma grande diversidade no perfil de estudantes, com particularidades sociais e econômicas. Para que o ensino seja de qualidade e atinja toda essa população, cabe ao professor procurar utilizar as mais diferentes estratégias metodológicas para que todos tenham a mesma oportunidade de aprendizado (ROMA e MOTOKANE, 2007).

A Biologia é uma ciência que tem como objeto de estudo o fenômeno vida e, junto com outras ciências naturais, agrega um conjunto de conhecimentos que busca compreender e explicar fenômenos naturais e processos de natureza científica e tecnológica (BRASIL, 2016).

Acompanhando os problemas e as falhas, como a desvalorização dos profissionais da educação, muitas horas de trabalho, salas lotadas, sucateios das escolas, etc, encontradas no sistema educacional brasileiro, o ensino de Biologia também se apresenta, muitas vezes, de forma inadequada, com poucas possibilidades de contextualização dos conteúdos e trazendo dificuldades de compreensão por parte dos estudantes (SILVA e GHILARDI-LOPES, 2014).

De acordo com Araújo (2016), o principal desafio dos professores de Ciências e Biologia é a busca por novas ferramentas que eliminem a forma tecnicista e tradicional de ensino e privilegiem metodologias que permitam aos estudantes criarem formas diferentes de pensamentos e terem condições de inserir as Ciências Naturais no seu cotidiano.

Apesar de a Biologia fazer parte do dia a dia da população, o ensino dessa disciplina encontra-se, algumas vezes, tão distanciado da realidade que não permite a percepção do vínculo estreito existente entre o que é estudado na disciplina Biologia e o cotidiano social (BRASIL, 2006).

Os objetivos do ensino de Biologia devem se apoiar em metodologias de ensino que tragam respostas para os questionamentos a respeito do fenômeno vida, levando à reflexão e não apenas a memorização de conceitos, induzindo o estudante a ver o conhecimento da Biologia de forma integrada, onde exista uma abordagem que possa lhes proporcionar uma visão sistêmica da Biologia e de seu objeto de estudo, favorecendo a compreensão dos sistemas vivos e de seus processos (BRASIL, 2016).

Aprender deve ser entendido como compreensão de significados, relacionados às experiências anteriores e às vivências pessoais, desencadeando modificações de comportamento para a utilização do que é aprendido em diferentes situações (KLEINKE, 2003).

As diretrizes curriculares estaduais (DCEs) citam diversas formas metodológicas que podem ser utilizadas no ensino de Biologia como: aulas expositivas, aulas práticas, seminários, palestras e aulas de campo. De acordo com Viveiro e Diniz (2009), a escolha da metodologia deve ser feita após uma análise do conteúdo a ser trabalhado, relacionando-a com a realidade da escola, principalmente à dos estudantes.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) criticam o ensino de Biologia pautado somente na memorização de conteúdos, trabalhado de uma forma que não reflete a realidade dos estudantes, e causando somente uma aprendizagem momentânea

usada apenas para a realização de avaliações e esquecida logo em seguida (BRASIL, 2006).

Nesse sentido, a sequência didática fornece subsídios para um aprendizado por investigação.

## 1.2. SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD) COM ENFOQUE INVESTIGATIVO

O Ensino de Biologia com enfoque investigativo está pautado pela ideia do uso de estratégias didáticas que buscam envolver ativamente os alunos em sua aprendizagem, por meio da geração de questões e problemas nos quais a investigação é condição para resolvê-los, envolvendo coleta, análise e interpretação de dados que levem à formulação e comunicação de conclusões baseadas em evidências e reflexão sobre o processo (MELVILLE *et al.*, 2008).

Nesse sentido, o ensino por investigação é mais do que uma estratégia didática, ou uma metodologia de ensino, é uma perspectiva de ensino ou uma abordagem didática (SASSERON, 2015) em que as estratégias utilizadas servem ao propósito de possibilitar a realização de uma investigação pelos estudantes por meio da mediação do professor.

A SD é uma estratégia que valoriza os conhecimentos prévios dos alunos. Isso auxilia os professores no trabalho com o currículo escolar. Essa estratégia também conversa com os princípios da BNCC (Base Nacional Comum Curricular) sobre a progressão do conhecimento, a partir de proposição de atividades diversificadas e que se tornam cada vez mais desafiadoras e complexas (SASSERON, 2015).

Uma forma de operacionalizar o ensino em sala de aula é por meio do *ciclo investigativo*, em que fases de uma investigação são identificadas e conectadas com o propósito de auxiliar o professor no planejamento e aplicação de atividades, ou seja, SD investigativas. A partir de uma revisão sistemática de literatura com o objetivo de sumarizar os aspectos centrais do ensino, Pedaste *et al.* (2015) propuseram uma síntese do ciclo investigativo que representa as fases abaixo.

A fase de **orientação**: envolve o processo de estimular a curiosidade dos estudantes sobre um assunto, levantando e/ou elaborando problemas que possam ser investigados em sala de aula. Esses problemas podem ser atacados por meio de questões de investigação, orientadas em conceitos, teorias ou hipóteses (fase de *conceitualização*).

Para responder à questão de investigação, a fase de *investigação* propõe que dados e informações sejam coletados por meio das mais diversas estratégias. A *experimentação* é uma metodologia específica, mais relacionada com o teste de hipóteses, enquanto a *exploração* permite o uso de diversas estratégias para coleta, organização e sistematização dos dados e informações relevantes que poderão se constituir como evidências para a construção de explicações que respondam à questão.

O termo “investigação” como estratégia para o ensino de Ciências utilizado no Brasil vem da tradução do termo *inquiry* ou *enquiry* de países de língua inglesa. De acordo com Barrow (2006), a inclusão da perspectiva investigativa na Educação Científica nos EUA, foi proposta por John Dewey no início do século passado.

Teitelbaum e Apple (2001) afirmam que as ideias de Dewey surgiram em um contexto onde o desenvolvimento econômico, baseado em interesses capitalistas nos EUA, no início do século XX, silenciava as desigualdades e os conflitos sociais. As empresas, ao concentrar em si determinados negócios, geravam grandes monopólios visando o aumento da produtividade, e eram indiferentes ao bem-estar social de seus trabalhadores.

Segundo Moreira (2009), na teoria do pesquisador Ausubel, aprendizagem é um processo que envolve a interação da nova informação com a estrutura cognitiva do aluno – conhecimento que o indivíduo possui.

A ideia central da teoria de Ausubel é a diferenciação entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica. A aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação é relacionada a um aspecto relevante, já existente, na estrutura cognitiva do aprendiz. Em contrapartida, a aprendizagem mecânica ocorre quando a nova informação não se relaciona a conceitos já existentes na estrutura cognitiva sendo arbitrariamente armazenada e, portanto, pouca ou nenhuma interação ocorre entre a nova informação adquirida e aquela já armazenada (NOVAK, 1981).

Ausubel refere-se à estrutura cognitiva como o conteúdo total das informações, fatos, conceitos, princípios, etc., sendo esta altamente organizada e hierarquizada, na qual elementos menos importantes são incorporados a conceitos maiores, mais gerais e inclusivos. Aprendizagem é definida como sendo o processo pelo qual o novo conteúdo se organiza e se integra à estrutura cognitiva (NOVAK, 1981).

Por outro lado, a contribuição de Vygotsky nas metodologias ativas, segundo Diesel, Baldez e Martins (2017) está principalmente ao considerar a interação social. Nesse sentido, Moreira (1999) destaca que a aprendizagem, segundo a teoria de Vygotsky,

depende, entre outros fatores, da interação social e do “intercâmbio de significados”, levando em consideração o nível do desenvolvimento dos sujeitos.

Além dessas interações, a dinâmica educativa deve considerar o caráter cultural, histórico e social do processo de construção de conhecimento, incorporando em sua dimensão as interações sociais como mediadoras desse processo e o significativo papel da linguagem na elaboração de raciocínios sobre o mundo. Assim, deve se considerar que “todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro, no nível social e, depois, no nível individual; primeiro entre pessoas (interpsicológico) e, depois, no interior da criança (intrapsicológico)” (Vygotsky, 1998). Nesse contexto, o papel das interações na sala de aula por meio da linguagem ganha importância para se propiciar o aprendizado.

Para Moreira (2009), a teoria do pesquisador Vygotsky, propõe que o desenvolvimento cognitivo se dá por meio da interação social, em que, no mínimo, duas pessoas estejam envolvidas ativamente, trocando experiências e ideias, gerando novas experiências e conhecimento.

Araújo (2009), analisando a teoria criada pelo autor Vygotsky, diz que a aprendizagem na sala de aula é resultado de atividades que proporcionem interação, cooperação social, atividades instrumentais e práticas. As atividades em sala de aula devem possibilitar que o aluno vá além do que seria capaz sozinho.

Nesse sentido o professor deve mediar à aprendizagem utilizando estratégias que levem o aluno a tornar-se independente, preparando-os para um espaço de diálogo e interação.

Assim sendo, o trabalho apoiado em uma SD permite trabalhar com grupos e técnicas para motivar, facilitar a aprendizagem. Além de permitir que ele construa seu conhecimento em grupo com participação ativa e a cooperação de todos os envolvidos, oferece oportunidades para discussão, reflexão e o encorajamento para arriscar e descobrir em grupo. Possibilita criar ambientes de participação, colaboração e desafiadores. E, finalmente, considera o aluno inserido em uma sociedade e facilita a interação entre os indivíduos.

Ao explicar o mecanismo de construção do conhecimento pelos indivíduos Piaget propõe conceitos como equilíbrio, desequilíbrio, reequilíbrio. (PIAGET, 1976). Entretanto o importante desta teoria para a organização do ensino é o entendimento que qualquer novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior. Este fato é um princípio geral de todas as teorias construtivistas e que

revolucionou o planejamento do ensino uma vez que não podemos iniciar nenhuma aula, nenhum novo tema, sem procurar saber o que os alunos já conhecem. É a partir desse conhecimento cotidiano, propondo problemas, trazendo questionamentos e/ou propondo novas situações para que os alunos resolvam (ou seja, desequilibrando-os) que eles terão condições de construir novos conhecimentos (reequilibração) (PIAGET, 1976).

Ao estudar a reequilibração, ou seja, na construção de novos conhecimentos pelos indivíduos os trabalhos piagetianos nos mostraram duas condições que são importantes para o ensino e a aprendizagem escolar. A primeira envolve a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual que tem lugar nesta construção, principalmente em crianças e jovens, e a importância da tomada de consciência de seus atos nessas ações (PIAGET, 1978). A segunda foi demonstrar que os processos sociais e psicológicos humanos se fortalecem através de ferramentas, ou artefatos culturais, que fazem a mediação e a interação entre os indivíduos e entre esses e o mundo físico. Assim o conceito de interação social mediada pela utilização de artefatos que são sociais e culturalmente construídos (o mais importante destes artefatos é a linguagem) torna-se significativo no processo de aprendizagem.

O delineamento de uma SD pode incluir a elaboração de uma hipótese e seu teste. O problema e os conhecimentos prévios – espontâneos ou já adquiridos – devem dar condições para que os alunos construam suas hipóteses e possam testá-las procurando resolver o problema. A solução do problema deve levar à explicação do contexto mostrando aos alunos que a Ciências não é a natureza, mas leva a uma explicação da natureza. É nessa etapa que aparecem raciocínios científicos como ‘se’/‘então’, relacionando duas variáveis, e eliminando variáveis que foram levantadas como hipótese, mas que a realidade mostrou não interferirem no problema (LOCATELLI e CARVALHO, 2007). Nesse processo, as interações entre os alunos, e principalmente entre professor e alunos devem levá-los à argumentação científica e à alfabetização científica (SASSERON e CARVALHO, 2011).

Ainda, no planejamento de uma SD pode se evidenciar o método de Paulo Freire, propriamente em relação à metodologias ativas, quando procuramos novas formas de ensinar, propiciando a aprendizagem centrada nos estudantes, para que, dessa forma, eles venham a assumir o papel de sujeitos de sua aprendizagem, ativos, autônomos e protagonistas na construção de novos saberes, mediados pela ação do professor (DIESEL, BALDEZ e MARTINS, 2017).

### **1.3. SAÍDA A CAMPO COMO PARTE INTEGRANTE DA SD**

As aulas de campo são ferramentas eficazes para o ensino de qualquer disciplina do currículo escolar de Ciências e Biologia, desde que sejam planejadas e bem orientadas, e vêm de encontro do ensino por investigação.

A maioria dos professores de Biologia considera de extrema valia os trabalhos de campo, no entanto são raros aqueles que os realizam. Os principais obstáculos à organização das saídas de campo são: dificuldade para obter autorização dos pais, da direção da escola e dos colegas que não querem ceder seu tempo de aula, o medo de possíveis acidentes, a insegurança e o temor de não conseguir responder possíveis perguntas que os estudantes possam vir a fazer, e problemas de transporte (KRASILCHIK, 2008).

Como aqui proposto, acreditamos que se torna mais fácil realizar a atividade a campo em locais próximos à escola. Muitos dos obstáculos citados acima podem ser superáveis nesse contexto. Não há necessidade de autorizações especiais, ou de veículos para o transporte da classe. A familiaridade com o local e a proximidade da escola diminui a ansiedade do professor, desde que este não assuma uma postura de autoridade indiscutível e enciclopédica (KRASILCHIK, 2008). Mas, acima de tudo, acreditamos que a maior relevância dessa atividade ser realizada próxima à escola traz a questão a de conexão com a realidade, ou o cotidiano do estudante.

Outra questão importante é que uma saída a campo é importante uma interdisciplinaridade para melhorar o aprendizado do aluno. No caso específico da SD aqui proposta, essa interdisciplinaridade pode ser facilmente estabelecida com a Química, em relação à natureza e às propriedades das águas, por exemplo, assim como com a Geografia, em relação à caracterização do local e do recurso hídrico, bem como com as coordenadas de localização, entre outros aspectos. No entanto qualquer que seja o local visitado, os alunos devem ter um problema para resolver, e, em função dele, observar e coletar dados. Como toda atividade didática, deve ter objetivos específicos que demandem a busca de informações em ambientes naturais, sem o artificialismo dos experimentos de laboratório, o que propicia uma experiência educacional insubstituível (KRASILCHIK, 2008).

Além de ter tempo para executar tarefas das quais foram incumbidos, os alunos devem também observar o sítio onde estão, e eventualmente identificar novos

problemas interessantes, ver coisas novas, porque com muita frequência, durante as saídas de campo, ficam tão ocupados respondendo questionário ou preparando material para relatórios que não dispõem de tempo para olhar e apreciar o que veem ao seu redor. (KRASILCHIK, 2008).

Saídas de campo têm uma importante dimensão cognitiva e também apresentam o que Eisner (1979) chamou de resultados significativos que, embora não possam ser previstos com antecedência, são experiências estéticas e de convivências, muito ricas, e que variam de indivíduo para indivíduo. (KRASILCHIK, 2008).

Ainda, segundo Krasilchik, 2008, as relações de alunos e professores fora do formalismo da sala de aula acabam sofrendo modificações que perduram depois da volta à escola, criando um vínculo oriundo de uma experiência comum e uma convivência muito agradável e produtiva.

#### **A organização de uma saída de campo incluir:**

- Uma etapa de preparação em que é feito o reconhecimento do local escolhido para o trabalho e a identificação dos problemas que serão investigados:
- Elaboração de um roteiro de trabalho contendo as instruções para o procedimento dos alunos e as perguntas que eles devem responder:
- Trabalho de campo propriamente dito;
- Trabalho em classe, organização/sistematização dos dados coletados;
- Discussão final.

Para que não haja incoerência entre o que é dito sobre o Meio Ambiente, e o comportamento do professor e dos estudantes, deve ser coletado apenas o material estritamente necessário, e as alterações no local, causadas pela visita, devem também ser reduzidas ao mínimo indispensável (KRASILCHIK, 2008).

É extremamente importante que o aluno saiba o objetivo da aula de campo.

Batista e Araújo (2015) e Kinoshita *et al.* (2006) obtiveram resultados positivos com a realização de aulas de campo, observando uma melhora na aprendizagem dos envolvidos, registrando, ainda, um aumento na empatia entre os estudantes, o que se mostra fundamental para que possam construir juntos o aprendizado sobre o tema.

Por outro lado, deve-se estar atento porque quando o trabalho de campo, não é construído com o devido cuidado e planejamento, ele perde o seu sentido, enquanto recurso metodológico. É necessário deixar explícito o objetivo de sair da escola para que a aula de campo não se transforme apenas em um passeio. Segundo Santos e



Tunese (2001), um trabalho de campo deve seguir um pequeno roteiro. De forma geral, todo trabalho de campo deve conter os seguintes passos:

- 1- Estabelecer qual o objetivo da saída a campo, tanto os gerais, como os específicos;
- 2- Estabelecer hipóteses juntamente com os alunos, ou seja, discutir o que eles podem, a partir desse trabalho de campo, concluir sobre a temática a ser trabalhada;
- 3- Atividades a serem realizadas no trabalho de campo, como realização de entrevistas, fotos, observação da paisagem, entre outros;
- 4- Cronograma: Estabelecer a duração do trabalho, e o tempo de permanência em cada local.

Conforme sugere Sansolo (1996), a saída de campo deve ter caráter lúdico, social e avaliativo. Em outras palavras, a saída de campo é especialmente propícia ao entretenimento, à socialização e descontração entre os alunos, professores e à avaliação do aprendizado da turma. A escolha dos pontos destes locais deve ser baseada na paisagem e nos tipos de forma e processos antrópicos atuantes em cada um deles. Além disso, as relações sociais com o meio físico presentes em cada um deles também devem ser consideradas. Como forma de avaliação, pode ser considerado o envolvimento do aluno ao longo da saída a campo, assim como na fase anterior a ela, e após a mesma. Essas possibilidades de avaliação podem ficar a critério do professor que vai aplicar a SD.

#### **1.4. EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ESCOLA**

O Governo Federal instituiu em 1999 a Política Nacional de Educação Ambiental, lei que define a Educação Ambiental (EA), como: [...] processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999, p. 160).

A EA na escola é um componente importante na sociedade contemporânea, visto que a exploração dos recursos hídricos é cada vez mais intensa e a sua disponibilidade é proporcionalmente inversa. A EA converge para a formação de uma consciência ambiental crítica e emancipatória, se relacionando com os princípios éticos que orientam o comportamento humano (CAMPOS; CAVALARI, 2017). Diante disso, a EA pode ser apresentada como um dos meios que possibilitam o enfrentamento da crise

hídrica. Nesse sentido, a escola para desenvolver uma EA crítica deve buscar meios de sensibilização social e ambiental, mudança de valores e atitudes tanto dos estudantes quanto dos docentes (BRASIL, 2004). Isto releva que a EA necessita ser ampla e reflexiva, de forma que transforme tanto o pensar do educando quanto do educador para a questão socioambiental.

#### **1.4.1. A QUESTÃO HÍDRICA EM SALA DE AULA**

O Brasil convive com escassez, poluição que é a queda da qualidade de água em muitos pontos de seu território (TOZI et al., 2018), sendo a falta de saneamento básico um problema recorrente.

As questões ambientais relacionadas à crise hídrica devem ser um alerta para que a sociedade contemporânea reflita sobre o consumo insustentável da água, e venha desencadear ações efetivas que busquem mecanismos sustentáveis para preservar a pouca quantidade disponível desse recurso para o consumo humano (GALDINO et al., 2018). Para Pinto (2017), medidas extremas necessitam ser tomadas para conter o consumo insustentável da água, podendo levar a humanidade a ver esse recurso se tornar um bem de consumo esgotável, além de um fator decisivo no surgimento de conflitos armados entre nações.

No entanto, em sala de aula, a abordagem da questão hídrica ainda se faz de forma muito reducionista e limitada, não permitindo que o estudante compreenda esse tema de forma mais ampla e contextualizada, aliando a percepção da realidade (CULPI, 2016). O enfoque em sala de aula não envolve questionamentos, análise crítica dos problemas relacionados à água que os estudantes enfrentam, e não permite o discente analisar de forma ampla e diversificada a situação hídrica de sua região.

Machado *et al.* (2016) afirmam que as disciplinas que os estudantes possuem no Ensino Médio, dentre elas a Biologia, não trata a questão hídrica de modo a promover uma maior consciência socioambiental. “Havendo grande carência de informações e discussões na educação sobre o consumo direto e indireto de água, tanto do ponto de vista individual quanto coletivo” (MACHADO *et al.*, 2016).

Trabalhar na escola a questão hídrica, de forma que auxilie na formação de cidadãos participativos e interessados na sustentabilidade, será possível quando forem utilizadas metodologias motivadoras, dinâmicas e contextualizadas com a realidade do

discente, em que o estudante se sinta inserido em sua realidade, e possa vir a se posicionar frente a diversas situações relacionadas ao tema (CULPI, 2016).

O conhecimento adquirido nas escolas não deve ficar confinado nos limites dos seus muros, ele precisa ser expandido, levado para a vida do estudante, permitindo que este se torne uma pessoa crítica, participativa e protagonista das mudanças na forma de utilização dos recursos hídricos (CULPI, 2016). Nesse sentido, Martins e Guimarães (2002) afirmam que “a escola precisa atuar como instrumento de mudança, de busca de ideal possível, e de luta pela qualidade de vida da sociedade”. A fim de auxiliar no processo ensino-aprendizagem, a educação brasileira conta com o livro didático, que é um material que orienta o currículo, indicando os conhecimentos a serem ensinados.

De acordo com Silva (2016), “a estrutura do livro didático, na maioria das vezes, apresenta o conteúdo conceitual de forma linear”. A mesma autora sugere a necessidade de materiais didáticos que sirvam de apoio para a elaboração e implementação de propostas de intervenção.

Outros autores também ressaltam que os livros didáticos são ferramentas importantes em sala de aula e que a abordagem hídrica nestes, para que possibilite a análise mais profunda dessa temática, necessita levar em consideração os fatores históricos, sociais e práticos da sociedade, fatores importantes para a construção do conhecimento (SILVA; SILVA, 2017). Ainda para os autores citados, é frequente que o livro didático não ultrapassa muito o conteúdo do ciclo da água presente nos ciclos biogeoquímicos para a realidade dos estudantes.

Desta maneira, abordar de forma muito sumária a questão da água pode trazer uma visão superficial e simplista da real problemática da crise hídrica (PASSERIA *et al.*, 2017).

Levar essa temática para a sala de aula deve ser feito de forma que o estudante perceba a necessidade de mudança de hábito e de ações socioambientais, é ensinar para a vida. É necessário trabalhar o conhecimento sob a perspectiva de significado para a vida, e para isso é imperativo desenvolver habilidades e atitudes que caminhem para a questão da cidadania como algo essencial. (CUPI, 2016; GOMES e NAKAYAMA, 2017).

Para os autores citados, a abordagem da temática ainda é rasa, sem o aprofundamento dos fatores influenciadores e relacionados à disponibilidade do recurso hídrico, pois [...] os exemplos identificados nos livros, permitem afirmar que esses parecem procurar auxiliar na compreensão de conteúdos ligados ao tema água, o que

deve ser visto como um esforço válido, contudo, essas tentativas poderiam ser empregadas para se aprofundar na abordagem do tema, ampliando a própria ideia de cotidiano, explorando possíveis relações entre a dimensão local e a dimensão global da temática ambiental e trabalhando as relações entre os conhecimentos relacionados ao senso comum, à ciência ou à cultura (OTALARA e CARVALHO, 2011). A ação contra uso irracional da água precisa vir da análise crítica, da problematização, da visão de importância hídrica e a apreciação minuciosa sobre o tema, caso contrário não ocorre uma efetiva mudança de atitude. Considerando o exposto, a utilização de um bom livro didático não basta para a compreensão da crise hídrica, pois essa compreensão necessita do trabalho do professor na introdução do tema, na utilização de fontes e materiais didáticos variados, e no engajamento do aluno a partir de uma abordagem mais sistêmica sobre o tema.

A dificuldade da aprendizagem dos conceitos relacionados a esse tema, como outros, pode estar associada à natureza aparentemente abstrata dos conteúdos, à forma como os mesmos são abordados, à sua fragmentação, à falta de diálogo interdisciplinar entre estas áreas de conhecimento, e ao descolamento do tema em relação à realidade. O trabalho interdisciplinar e a produção de materiais com conteúdos contextualizados auxiliam a compreensão dos conteúdos de Biologia e poderiam contribuir também, para diminuir o abismo entre o que se aprende em sala de aula e a realidade do aluno (MACÊDO, 2017).

Diante disso, utilizar um método de ensino em que o sujeito se torne pensante e capaz de aprender, inventar e criar “em” e “durante” o seu caminho é importante para formar cidadãos pensantes e estrategistas para lidarem com as situações mutáveis e incertas construídas pela sociedade contemporânea (MORIN *et al.*, 2003).

Para Araújo (2017), a necessidade de debater a realidade da região em que os discentes se encontram, observando suas peculiaridades, permite maior proximidade do objeto de estudo ao estudante, o que é crucial para maior entendimento e análise da realidade. Santos e Carvalho (2017) afirmam que a realidade regional e fatores culturais, não estão disponibilizados nos livros didáticos que os professores utilizam em sala de aula. Diante da variação regional, o uso de material de apoio para complementar o livro didático é importante. Material este que pode ser um livro paradidático, ferramenta que propõe aprofundamento em assuntos específicos, pois “abordam assuntos paralelos ligados às matérias do currículo regular, de forma a complementar os livros didáticos”

(AZEVEDO, 1999), que possua ainda práticas para a análise crítica do discente, colocando-o como protagonista da produção e da busca pelo conhecimento.

Nessa linha, argumentam Culpi e Alves (2015): "a inclusão de discussões associadas ao consumo de água nas aulas de Ciências aponta para a necessidade da contextualização e ampliação do tema 'Água', direcionando-o a uma nova abordagem em sala de aula, frente à atual crise hídrica do Brasil e em vários outros lugares mundo afora" (CULPI; ALVES, 2015).

Güllich e Silva (2013) apontam que as atividades práticas experimentais são recursos que podem ajudar no despertar da sensibilidade e da ação, além de ser importante para a aquisição do conhecimento científico por parte dos estudantes. Sasseron e Carvalho (2011) reforçam que a elaboração de aulas experimentais voltadas para um ensino investigativo, faz com que haja a melhor compreensão dos conhecimentos e conceitos científicos necessários aos estudantes em diversas situações do seu dia a dia. Além de permitir maior compreensão dos fatores éticos e políticos que envolvem a prática científica e o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Quando os professores lecionam com propostas de aulas envolvendo os problemas da sociedade e do ambiente, discutindo os fenômenos naturais e a influência humana no mundo, estes docentes estão promovendo a iniciação da alfabetização científica.

Nesse sentido o papel do professor, de trazer para a sala de aula a importância dos recursos hídricos e da água em geral, de adequar conteúdos que mostrem aos alunos todos os benefícios e os cuidados que devemos ter com nossos recursos é de extrema importância para conscientizar os alunos, através de práticas educativas, a compreensão da realidade local e, a partir dessa, a global, sobre a necessidade e a relevância da conservação e do uso racional desse recurso fundamental.

## **1.5. RECURSOS HÍDRICOS: GESTÃO E IMPACTO ANTRÓPICO**

### **1.5.1. IMPORTÂNCIA DA ÁGUA**

Os rios são uma de nossas maiores riquezas, e são fundamentais para nossa qualidade de vida, e muitas vezes parecemos não nos dar conta disso.

A água foi fundamental para o início da vida. E, hoje, três quartos da superfície do nosso planeta são cobertos por água. Além de a água ser abundante na Terra, na maior parte

dos organismos vivos, ela se faz presente em aproximadamente 70% da sua massa (MARQUES, 2014).

Além de sua abundância, a importância da água pode ser também destacada em funções de que praticamente todas as interações e as reações que ocorrem nas células têm lugar em um ambiente aquoso. Como um meio e um solvente biológico fundamental para os organismos vivos, a água participa das diversas reações químicas que ocorrem na célula, está envolvida no transporte de substâncias, no controle da temperatura corporal, e na eliminação de substâncias tóxicas (MARQUES, 2014).

Cuidar da preservação dos recursos hídricos é imperativo, e uma obrigação de todos. Mas para isso, é necessário conscientizar as pessoas sobre a questão, visando planejar e conciliar os mais diferentes interesses, necessidades, usos, e ações de empresas de saneamento a indústrias, de associação de pescadores a hidrelétricas, do setor da agricultura ao turismo, das comunidades ribeirinhas aos grandes centros urbanos, num país de enormes proporções e com grandes diferenças regionais (ANA, 2019).

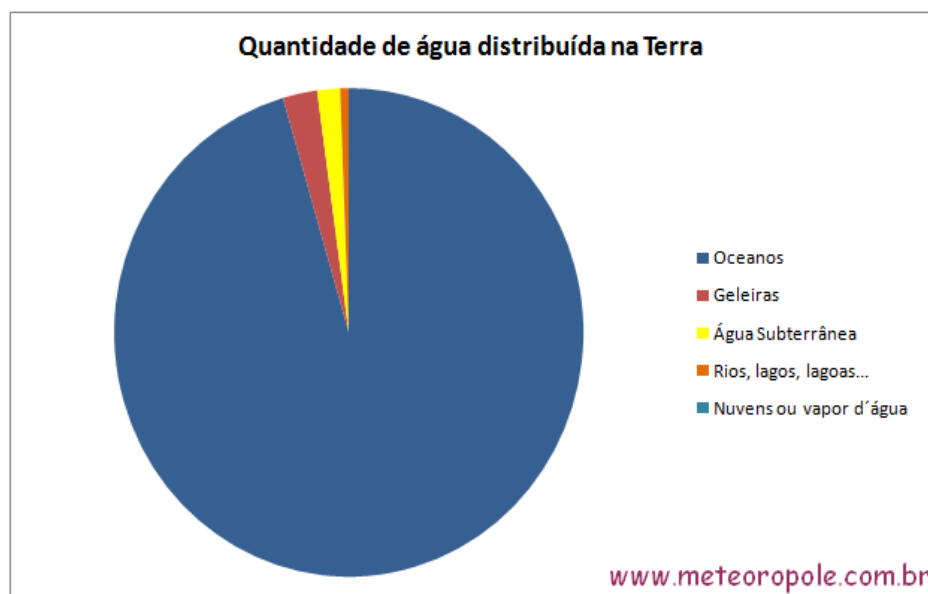
### **1.5.2. O USO DA ÁGUA NO BRASIL**

A retirada total de água estimada em 2018 no Brasil foi de 2.048 m<sup>3</sup>/s. O principal uso de água no país, em termos da quantidade utilizada, foi representado pela irrigação (49,8%), seguida pelo abastecimento humano (24,4%) e pela indústria (9,6%). Juntos, estes representaram cerca de 80% da retirada total. Outras utilizações consideradas foram o atendimento aos animais (8,0%), as termelétricas (3,8%), o suprimento rural (1,7%) e a mineração (1,6%) (CONJUNTURA, 2019).

A demanda por uso de água no Brasil é crescente, com aumento estimado de aproximadamente 80% no total retirado nas últimas duas décadas. A previsão é de que até 2030 a retirada aumente em 24%. O histórico da evolução dos usos da água está diretamente relacionado ao desenvolvimento econômico e ao processo de urbanização do país (CONJUNTURA, 2019).

A Figura 1 mostra a distribuição de água no Planeta, podendo se observar que a quantidade de águas superficiais, é proporcionalmente bastante pequena. Os oceanos representam 97% do total, enquanto as geleiras 1,99%, as águas subterrâneas 0,51%, rios e lagos 0,006%, e a atmosfera: 0,001% (FEIRADOVERDE, 2009).

**Figura 1** – Gráfico que mostra a distribuição da água no Planeta



Fonte: Feiradoverde, 2009

### 1.5.3. RECURSOS HÍDRICOS E AÇÕES DE NATUREZA ANTRÓPICA

Pensar na conservação e na sustentabilidade dos recursos hídricos nos leva a analisar as problemáticas que envolvem o seu mau gerenciamento, como exemplos: a má preservação da mata ciliar, o esgoto sanitário ainda não ligado em rede, o descarte incorreto de resíduos sólidos, sob risco de escoamento de resíduos tóxicos para os rios. (COSTA, 2007).

Ambientes aquáticos dulceaquícolas, como os rios, são ecossistemas lóticos riquíssimos em biodiversidade, como fitoplâncton, zooplâncton, peixes e pequenos mamíferos. Esses ecossistemas apresentam problemas particulares e contínuos, como as correntes unidirecionais que provocam uma constante renovação das comunidades estabelecidas nesse ambiente (PETTS e CALOW, 1996).

Recursos hídricos estão entre os recursos mais intensamente impactados por ações antrópicas. Com o crescimento desordenado das cidades, principalmente no entorno dos rios, sem nenhum planejamento, o aporte de contaminantes para os rios, lagoas e lagos se torna frequente. Os rios apresentam grande importância no abastecimento doméstico na pesca, e no lazer, mas acabam sendo os locais mais diretamente afetados pelo lançamento de resíduos (proveniente de resíduos domésticos, efluentes industriais, e defensivos agrícolas), que promovem uma intensa degradação dos ecossistemas (TEJERINA-GARRO *et al*, 2005).

O crescimento populacional, juntamente com as atividades humanas, têm se mostrado como os maiores responsáveis pela poluição dos recursos hídricos, que se tornaram ao longo dos anos receptores de rejeitos e resíduos de diversas formas, sendo que o esgoto doméstico,

esgoto industrial, e esgoto de atividades agropecuárias contribuem com elevadas cargas orgânicas (NETO e FERREIRA, 2007).

No Brasil e na maioria dos países em desenvolvimento, a maior parte do esgoto, de qualquer natureza é lançada sem tratamento prévio nos recursos hídricos. Esses grandes aportes de matéria orgânica e poluentes, são considerados os principais responsáveis pela contaminação, gerando preocupação crescente com alto grau de poluição (TUNDISI, 2003, citado por ZANINI, 2009).

A contaminação dos recursos hídricos pode levar à alteração no sabor, no odor, na turbidez e na cor da água, à redução do oxigênio dissolvido, provocando crescimento excessivo de plantas aquáticas, mortandade de peixes, e outras espécies aquáticas, resultando no geral no decréscimo na capacidade de suporte do rio (ZHU *et al.*, 2008).

SANTOS *et al.* (2013) afirmam que por um longo período, os grandes questionamentos sobre a água se relacionavam apenas à sua escassez em regiões áridas e semiáridas, entretanto, hoje a questão preocupante é com a qualidade da água destinada para o consumo humano, pois, a ingestão de água contaminada por diversos agentes patógenos (vírus, bactérias e parasitas), como também por poluentes químicos, causam enorme dano a saúde.

#### **1.5.4. DISPOSITIVOS LEGAIS REFERENTES À GESTÃO DA ÁGUA**

O Brasil possui dispositivos legais referentes à água desde o período colonial, mas somente em 1934 o Código de Águas passou a ser a legislação específica para os recursos hídricos. Com relação à questão da qualidade da água, o Código de Águas dispõe que “... a ninguém é lícito contaminar as águas que não consome, com prejuízo de terceiros” (PORTALPNQA, 2007).

O Código de Águas estabeleceu uma política bastante avançada para a época. No entanto, sua regulamentação se limitou aos aspectos referentes ao desenvolvimento do setor elétrico, deixando praticamente de lado os usos múltiplos e a proteção da qualidade das águas. Mesmo ao longo das décadas seguintes, à medida que o país passava a utilizar os recursos hídricos de forma mais intensa, não houve uma política adequada (GRANZIERA, 2001).

A Figura 2 apresenta o organograma dos numerosos órgãos oficiais responsáveis pela administração e pela outorga das águas superficiais.

**Figura 2** – Fontes gestoras dos recursos hídricos em âmbito nacional e estadual, os colegiados, os responsáveis pela administração, o poder outorgante e a entidade da bacia.





Fonte: eosconsultores, 2019

A Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997 ficou conhecida como “Lei das águas”. Ela institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), e define infrações. A lei também prevê a integração da gestão com os setores usuários e os planejamentos regionais, estaduais e nacionais. Ressalta-se que o PNRH é um instrumento de gestão, Ele objetiva estabelecer diretrizes e políticas públicas para melhoria de oferta de água, de acordo com as demandas exigidas (EOSCONSULTORES, 2019).

Já a Lei nº 9.984, de 17 de Julho de 2000, cria e regulamenta a Agência Nacional de Águas (ANA). À ANA compete atuar na elaboração e implementação de planos de recursos hídricos em bacias hidrográficas de domínio federal, e oferecer apoio técnico para elaboração desses planos em outras esferas. Além disso, cabe à ANA enquadrar os corpos hídricos em classes. Ela estabelece o nível de qualidade (classe) a ser alcançado ou mantido em determinado trecho de corpo d’água ao longo do tempo. Essa classificação objetiva assegurar a qualidade da água com seu respectivo uso e diminuir os custos direcionados ao combate à poluição (EOSCONSULTORES, 2019).

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), é a instância mais elevada, a qual compete analisar propostas, deliberar projetos em recursos hídricos em todos os âmbitos federais. Paralelamente, existe a Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU), órgão do Ministério do Meio Ambiente (MMA), que gerencia os recursos hídricos conforme a estrutura regimental estabelecida pelo Decreto nº 6.101, de 26 de abril de 2007. Da mesma forma ocorre no eixo estadual. Há o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), órgão deliberativo, seguido da Secretaria e Entidades Estaduais, responsáveis pelo

gerenciamento das bacias e recursos hídricos dos estados da União (EOSCONSULTORES, 2019).

Após a edição da Portaria nº 13 do Ministério do Interior, em 1976, alguns Estados também realizaram o enquadramento de seus corpos d'água: São Paulo (1977), Alagoas (1978), Santa Catarina (1979), Rio Grande do Norte (1984). Na década de 1980, com a instituição da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), o País passou a contar com um arcabouço legal para a gestão das águas. Em 1986, foi publicada a Resolução nº 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1986) que substituiu a Portaria nº 013, de 1976, do Ministério do Interior. Esta resolução estabeleceu uma nova classificação para as águas (PORTALPNQ, 2007).

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), órgão colegiado integrante da estrutura regimental do Ministério do Meio Ambiente, criado pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, com as alterações conferidas pelas Leis nºs 9.984, de 17 de julho de 2000, e 12.334, de 20 setembro de 2010, regulamentado pelo Decreto nº 4.613, de 11 de março de 2003, integra o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos na qualidade de órgão consultivo e deliberativo, organiza-se da forma especificada neste Regimento e tem por competência e formula a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) nos termos da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 2º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 (CNRH, 2013).

A partir da Lei Federal no 9.433, de 1997, o enquadramento passou a ser um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Em 2000, a Resolução CNRH nº 12 estabeleceu os procedimentos para o enquadramento dos cursos d'água em classes de qualidade, definindo as competências para elaboração e aprovação da proposta de enquadramento e as etapas a serem observadas (CNRH, 2000). A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), norma balizadora da gestão dos recursos hídricos no Brasil, instituída pela Lei nº 9.433/1997, prevê que a gestão da água não deve dissociar aspectos de quantidade e qualidade e deve considerar a diversidade geográfica e socioeconômica das diferentes regiões do país, o planejamento dos setores usuários e os planejamentos regionais, estadual e nacional, além da integração com a gestão ambiental, do uso do solo, sistemas estuarinos e zonas costeiras.

Em 2005, a Resolução CONAMA nº 357 (CONAMA, 2005) substituiu a Resolução CONAMA nº 20, de 1986. Esta resolução define a classificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros.

A resolução apresenta ainda aspectos conceituais novos em relação à Resolução CONAMA n° 20, de 1986.

Para cada um dos usos e classes de qualidade foram estabelecidos condições e padrões por meio de variáveis descritivas e quantitativas (CETESB, 2018), tais como materiais flutuantes não naturais, óleo e graxa, substâncias que propiciam gosto ou odor, corantes provenientes de fontes antrópicas, resíduos sólidos e, ainda, pH, DBO, OD, substâncias orgânicas, metais totais e dissolvidos, densidade de cianobactérias, teor de clorofila, coliformes totais, alcalinidade, sulfatos, cloretos, entre outras (BRASIL, 2005), para os quais existem faixas de concentração permitidas. O limite máximo permissível das variáveis para cada classe de água é denominado de padrão de qualidade. (CETESB, 2018).

O termo qualidade da água não se restringe a determinação de certo grau de pureza da água, mas de suas características desejáveis para os diferentes usos (Quadro 1). Essas características (físicas, químicas e biológicas) podem ser alteradas por poluentes de diversas origens, sendo que a sobrecarga pode comprometer a disponibilidade e a qualidade da água para a população humana (SILVA, 2015; OLIVEIRA, 2016).

**Quadro 1** - Classes e respectivos usos da água conforme a Resolução CONAMA n° 357, de 2005.

	CLASSES	USOS
Águas Doces	Especial	- Abastecimento para consumo humano, com desinfecção; - preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; - preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
	1	- abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; - proteção das comunidades aquáticas; - recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n. 274, de 2000; - irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; - proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
	2	- abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; - proteção das comunidades aquáticas; - recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n. 274, de 2000; - irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; - aquicultura e à atividade de pesca.
	3	- abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; - irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; - pesca amadora; - recreação.
	4	- navegação; - harmonia paisagística.

Fonte: adaptado das Resoluções do CONAMA, 2005

Segundo Granziera (2001), o enquadramento dos corpos d'água possui um sentido de proteção, não da água propriamente, mas da saúde pública, pois é evidente a preocupação em

segregar a água que pode ser utilizada para, por exemplo, irrigar hortaliças que são consumidas cruas, ou aquelas que servem para abastecimento público.

O Código Florestal lei nº 4.771 de 15/09/65 considera Área de Proteção Permanente (APP), pelo efeito dessa lei, as florestas e demais formas de vegetações naturais situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, desde o seu nível mais alto em faixa marginal, cuja largura mínima seja proporcional à largura do rio.

De acordo com Almeida (2010), as formações florestais localizadas às margens de rios, lagos, nascentes, topos de morro e reservatórios de água são chamada de mata ciliar, essas desempenham uma importante função ambiental, como na manutenção da qualidade da água, equilíbrio do solo, regularização do ciclo hídrico e estabilização das margens e barrancos, impedindo o assoreamento. Assim, toda a vegetação natural (arbórea ou não) localizada ao longo das margens dos rios e ao redor de nascentes e de reservatórios, por lei, deve ser preservada.

Quanto à proteção de nascentes destaca-se a Lei Federal 4.771/65, alterada pela Lei 7.803/89 e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, mas que foram revogadas pela Lei Nº 12.651, alterada pela Medida Provisória 571, de 25 de Maio de 2012, onde se consideram de preservação permanente, pelo efeito de Lei, as áreas situadas nas nascentes, ainda que intermitentes, e nos chamados “olhos d'água.” Por isso as suas margens devem ser cercadas, em uma área que varia de 30 a 500 metros, para evitar qualquer tipo de intervenção, garantindo assim o bom funcionamento dessa nascente (BRASIL, 2012).

Sabendo que as matas ciliares são de extrema importância para o equilíbrio ambiental, a sua recuperação/conservação traz diversos benefícios sob diversos aspectos, por esse motivo é essencial que sejam cercadas entre o limite da mata ciliar e a área de atividade agrícola, permitindo o isolamento, evitando a entrada de animais, que causam os principais danos à vegetação. (BARBOSA, 2006).

A Lei nº 12.651/12, do Código Florestal Brasileiro, foi elaborada para estabelecer normas gerais sobre a proteção da vegetação, das áreas de APP e das áreas de Reserva Legal. Já a Lei Federal nº 6.766/79 foi elaborada para estabelecer normas complementares sobre o parcelamento do solo municipal, contanto que não infrinja as normas presentes no Código Florestal. Caso isso ocorra, aquele que se opuser à lei arcará com as devidas punições. É o que ocorre com as obras próximas aos cursos d'água (AMBIANCE, 2018).

Segundo o Código Florestal Brasileiro, no caso das obras feitas próximas aos cursos d'água naturais, que são considerados APPs, a distância permitida pelo Código Florestal (atualizado pela Lei nº 12.727/12) é de 30 metros, para os cursos d'água de menos

de 10 metros de largura; 50 metros, para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura; 100 metros, para os cursos d'água que tenham de 50 a 200 metros de largura; 200 metros, para os cursos d'água que tenham de 200 a 600 metros de largura; e 500 metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 metros (AMBIANCE, 2018).

Com base no Código Florestal Brasileiro (2012) obras próximas a rios são legais, se eles já sofreram intervenção do homem, contanto que a distância seja de 15 metros até o seu curso. Isso é embasado na Lei 6.766/79, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, a qual afirma como requisito fundamental a obrigatoriedade de uma faixa não edificável de 15 metros da cada lado, ao longo das águas correntes e dormentes, bem como das faixas de domínio público das rodovias e ferrovias (AMBIANCE, 2018). Seguindo estes princípios e considerando bastante nítida a intenção do legislador quanto à jurisprudência sobre construções em APPs, as obras poderão ser feitas, legalmente, a 15 metros de rios que sofreram intervenção humana e a 30 metros de rios de cursos d'água natural, para cursos de menos de 10 metros de largura (AMBIANCE, 2018).

### **1.5.5. QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS**

De acordo com Antunes e Freo (2008), a manutenção e disposição de uma água de qualidade são imprescindíveis para a manutenção das formas de vida, interferindo diretamente na saúde e qualidade de vida dos seres vivos, inclusive o ser humano.

Os recursos hídricos passaram por alterações na qualidade de suas águas ao longo dos anos que comprometeram diretamente a manutenção dos seus múltiplos usos (ARRUDA, RIZZI e MIRANDA, 2015).

A expansão urbanista juntamente com o adensamento populacional (SILVA, *et al.* 2017), a crescente industrialização e o crescimento populacional exigindo grandes áreas de cultivo de alimentos juntamente com a utilização de defensivos agrícolas e também da pecuária, têm se tornado grandes vilões ao meio ambiente, afetando principalmente os recursos hídricos, sem contar a demanda cada vez maior de água. (BUCCI, 2015; SANTOS, *et al.* 2018; OLIVEIRA, 2016).

A intensificação das atividades antrópicas em uma bacia hidrográfica promove diversas possibilidades de contaminação, impactando a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos disponíveis, perturbando a dinâmica natural de reciclagem da água, empobrecendo muitos ecossistemas, e podendo causar sua total destruição (BUCCI, 2015).

Cada atividade antrópica impacta os recursos hídricos de formas específicas, podendo se destacar, principalmente, os impactos gerados pelo esgoto sanitário que apresenta matéria orgânica biodegradável, microrganismos, nutrientes, fósforo, óleo, graxa, detergentes, metais, fármacos, entre outros. Por outro lado, derivados da decomposição do lixo, os contaminantes podem alcançar concentrações até 100 vezes maiores que aquelas registradas no esgoto sanitário. Ainda podem ser observados grandes impactos derivados da mineração, principalmente associados a Metais Pesados, como mercúrio e arsênio (SILVA, 2015). Os agrotóxicos, também denominados pesticidas, defensivos agrícolas ou agroquímicos (SOARES, FARIA e ROSA, 2017) representam outra grande preocupação devido ao crescimento considerável do seu uso nos últimos anos. Segundo, Pignati, Oliveira e Silva (2014) foram pulverizados cerca de cerca de 1,05 bilhões de litros de herbicidas, inseticidas e fungicidas nas lavouras brasileiras, e essas aplicações tendem a se deslocar com a água das chuvas, para as águas superficiais e subterrâneas, como também para a atmosfera (GOMES, 2014).

O desequilíbrio nos recursos hídricos devido aos contaminantes lançados diretamente nos rios, ou que ali chegam via lixiviação, afetam a qualidade da água, provocando um efeito tóxico direto aos organismos.

Entre os parâmetros operacionais associados a esse desequilíbrio, o pH é um dos mais importantes para a qualidade da água. Os valores de pH estão relacionados a fatores naturais, como dissolução de rochas, absorção de gases atmosféricos, oxidação da matéria orgânica e o processo da fotossíntese, bem como a fatores antrópicos, resultado do despejo do esgoto sanitário, entre outros. A Agência Nacional de Águas – ANA afirma que este parâmetro afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas. A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9 (BRASIL, 2005). O aumento da alcalinidade (pH), por exemplo, favorece a formação de óxido de cálcio, o que provoca corrosão do epitélio branquial e das nadadeiras, levando os peixes à morte (CETESB, 2020). Ademais, alterações nos valores de pH da água podem ter efeito sobre a solubilidade de substâncias químicas, aumentando seu efeito tóxico para os organismos aquáticos. (BRASIL, 2014).

De acordo com Mahler *et al.* (2007), uma vez que animais aquáticos não devem receber dietas ricas em nitritos e nitratos, pois não possuem capacidade de sintetizar proteínas a partir destes ingredientes, o uso de adubação nitrogenada química e/ou orgânica deve ser criterioso, para evitarmos problemas ambientais de contaminação da água com nitratos.

Parâmetros inorgânicos também representam critérios válidos para análise da qualidade de água (Figura 2), como fósforo (P), nitrogênio (N) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). O nitrato é resultado da decomposição do nitrogênio orgânico por microrganismos heterotróficos, e indica uma poluição relativamente recente (MARTINS, 2018). O uso de fertilizantes em terras agrícolas é considerado como uma das fontes mais comuns de poluição ambiental por nitrogênio e fósforo, o que pode acarretar grandes impactos ao meio ambiente e à saúde humana. (DAMBENIECE-MIGLINIECE *et al.*, 2018; KANTER e BROWNLIE, 2019). A agricultura é a fonte dominante de poluição por nutrientes, já que o manejo ineficiente de esterco e fertilizante sintético leva a perdas significativas de nitrogênio e fósforo.

Concentrações elevadas de fósforo nos corpos de água causam grande aumento do zooplâncton, podendo estimular o crescimento excessivo de algas, levando à eutrofização (KANTER e BROWNLIE, 2019). Essas algas podem servir de alimento para bactérias aeróbicas, as quais, no processo de decomposição das mesmas, acabam consumindo todo o oxigênio dissolvido da água. Por outro lado, dados do INCA (Instituto Nacional de Câncer) apontam que o consumo elevado de alimentos contendo nitrato, ou a ingestão de água com alta concentração deste íon, estão ambos relacionados com a incidência de câncer de estômago (Ministério da Saúde (BRASIL, 2001).

Já os sulfatos ( $\text{SO}_4^-$ ) são sais encontrados comumente em nosso ambiente, apresentando um átomo de enxofre e quatro átomos de oxigênio. Estes estão presentes em produtos de cuidados pessoais, como em xampus, e nos produtos de limpeza e detergentes. Outras fontes de sulfato englobam a oxidação de minérios de sulfeto, a presença de xistos ou os resíduos industriais (PORTALSAOFRANCISCO, 2019). O sulfato é um dos principais componentes dissolvidos na água da chuva, sendo que em alta concentração na água pode trazer mortalidade a animais e plantas aquáticas. As bactérias, que atacam e reduzem os sulfatos, formam o gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Pessoas não acostumadas a beber água com altos níveis de sulfato podem apresentar desidratação e diarreia. Como medida de segurança, a água com um nível de sulfato superior a 400 mg / l não deve ser utilizada na preparação de alimentos para bebês (PORTALSAOFRANCISCO, 2019).

A Resolução CONAMA 357/05, estabelece que águas das Classes Especial, I e II, são destinadas, entre outros, à preservação da vida aquática (artigo 4º), e estipula que a faixa de pH para essas Classes deve ser de 6,0 a 9,0 (CETESB, 2020).

Os cloretos também podem representar um parâmetro a ser monitorado nas águas superficiais, dada às descargas de esgotos sanitários, nas quais, muitas vezes, as concentrações de cloreto ultrapassam a 15 mg/L. Diversos são os efluentes industriais podem

também apresentar concentrações elevadas de cloretos, como os oriundos da indústria do petróleo, e os de algumas indústrias farmacêuticas (PORTALSAOFRANCISCO, 2020).

Entre os parâmetros de qualidade de água deve ser considerados, ainda temos a presença de coliformes totais (bactérias do grupo coliforme), tendo como principal representante a *Escherichia coli*, considerado o mais específico indicador de contaminação fecal recente, e da eventual presença de organismos patogênicos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000).

Nesse contexto a SD aqui proposta foi focada no tema “recursos hídricos”, de modo que o seu delineamento viabilizasse uma reflexão sobre a importância da água, seu uso, e sua preservação, de forma a conectar essa questão com Educação Ambiental (EA).

Olhando do ponto de vista em que a água é um dos recursos mais importantes e, ao mesmo tempo muitos dos ecossistemas que abrigam recursos hídricos estão sob forte impacto, se buscou analisar a qualidade da água em um rio localizado no município de Biguaçu SC, como um estudo de caso.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Elaborar e descrever uma sequência didática (SD) que venha a proporcionar uma reflexão crítica dos alunos, sobre a importância de cuidar, preservar e monitorar os recursos hídricos locais, através de uma estratégia investigativa.

### **2.2. Objetivos Específicos:**

- Promover a discussão sobre a importância da água para os seres vivos, e as principais causas do impacto ambiental urbano em recursos hídricos;
- Propor uma atividade investigativa a partir da análise de alguns indicadores em amostras de água coletadas em um recurso hídrico próximo da realidade dos estudantes;
- Avaliar os resultados da investigação realizada, visando delinear a percepção sobre a qualidade, e os impactos sobre o recurso hídrico estudado;
- Propor a preparação de material de divulgação que possa conscientizar a comunidade sobre o impacto ambiental urbano em recursos hídricos, e sugerir potenciais ações para tentar minimizá-lo, ou mesmo evitá-lo;
- Contribuir para a transposição de conceitos biológicos para a realidade cotidiana dos estudantes, e para a sua formação cidadã.



### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. PROBLEMATIZAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO**

A escolha do tema "Recursos Hídricos" surgiu a partir da avaliação de que a abordagem sobre a água nos livros didáticos pode ser considerada, não somente limitada, como relativamente desconectada do cotidiano do estudante do ensino médio, conforme análise dos livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) em 2016 para o ensino médio.

É importante, inclusive, trazer uma perspectiva histórica, salientando que o ser humano sempre procurou organizar sua vida perto de reservas de água doce, uma vez que esse elemento é essencial à nossa sobrevivência. É impossível imaginar um tipo de vida em sociedade que dispense o uso de água.

Atualmente, frente ao panorama em que se encontram os recursos hídricos urbanos, acreditamos que a temática ganha ainda maior relevância ao se propor seu estudo em um ambiente de aprendizagem no qual os alunos possam realizar atividades de caráter investigativo, em um contexto vinculado ao seu cotidiano, ou seja, uma investigação voltada para um recurso hídrico que ele conhece.

A SD delineada permite que os estudantes tenham a oportunidade de trazer o seu conhecimento prévio em relação ao tema em estudo, bem como sobre o recurso hídrico em foco, uma vez que o mesmo tem conexão com a sua realidade.

##### **3.1.1. Problematização: Etapa 1**

Nesse sentido, os estudantes do ensino médio: 1º, 2º e 3º ano, devem ser questionados a respeito do que sabem sobre a água, como, por exemplo: a importância da água para os seres vivos, os organismos encontrados no ambiente aquático, onde está e de onde vem a água encontrada no nosso planeta, o uso que fazemos da água, de onde vem e para onde vai a água que sai da torneira (da escola, ou da residência dos estudantes), a origem da água utilizada na residência dos estudantes /no seu bairro, problemas recentes eventualmente enfrentados pelo município em relação ao abastecimento de água, etc.

Neste primeiro momento de discussão, que podem ser uma duas ou três aulas, tudo isso levando em conta o tempo do professor e as estratégias interdisciplinares a serem adotadas, são as concepções dos alunos que prevalecem. O docente observa a discussão e reconhece o conhecimento prévio dos estudantes para que possa

problematizar e questionar posicionamentos, conduzindo a discussão de modo a abordar e/ou retomar pontos que julgar relevantes para que seja traçado um painel do que se sabe, do que se gostaria de saber, do que se precisaria saber que motive a formular e estimular uma atividade investigativa posterior.

O principal objetivo da problematização inicial (etapa 1) é estimular a reflexão e a discussão sobre o tema de forma mais concreta, delineando-se uma “situação problema” que os leve a sentir a necessidade de ampliar seus conhecimentos sobre o tema em estudo.

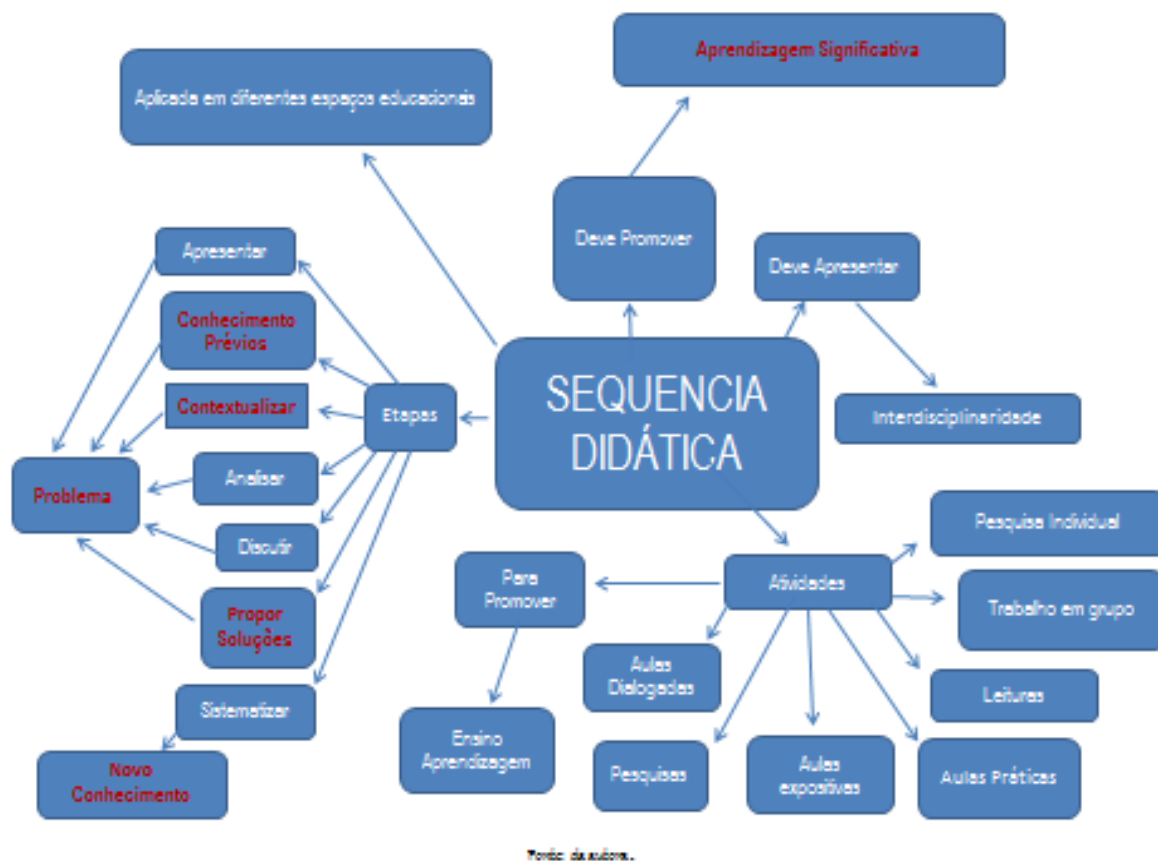
### **3.1.2. Problematização: Etapa 2**

A partir da primeira etapa, que foi conhecer o conhecimento prévio dos estudantes, os alunos terão a oportunidade de desenhar um mapa do recurso hídrico a ser estudado/visitado. Mapa esse que os próprios estudantes farão, destacando os pontos de coleta de amostra da água, o trajeto do rio, as comunidades presentes ao longo do curso do rio sua nascente, local próximo a escola e sua jusante. Com a construção do mapa os estudantes irão saber mais sobre o recurso hídrico em foco e/ou sobre o significado e a importância do mesmo para eles. A discussão e a construção do mapa, pode incluir alguns questões, tais como: o conhecimento que os estudantes possuem sobre o recurso hídrico nas proximidades da escola, ou no bairro onde residem (seja relacionado às suas características gerais, seu uso, ou sua história), sobre situação geral na qual o mesmo se encontra na opinião deles, e sua localização.

O principal objetivo da problematização aqui (etapa 2) é motivar os estudantes frente a uma “situação problema” próxima da sua realidade e cotidiano, estimulando sua curiosidade e participação ativa na atividade envolvendo a saída a campo, prevista na SD.

## **3.2. DELINEAMENTO GERAL DAS LINHAS NORTEADORAS PARA A CONSTRUÇÃO DA SEQUENCIA DIDÁTICA (SD).**

**Figura 3:** Esquema representativo dos fundamentos considerados para o planejamento das atividades e etapas da Sequencia Didática (SD) voltada para o estudo do impacto urbano sobre os recursos hídricos:



### 3.3. PREPARAÇÃO DA SAÍDA A CAMPO

#### 3.3.1. Conhecendo o recurso hídrico alvo *in locus*

Como uma das etapas da SD, a saída a campo é de extrema valia, frente os objetivos pretendidos. Tendo em vista o recurso hídrico alvo selecionado previamente (preferencialmente nas proximidades da escola) o professor deve realizar uma visita para reconhecimento e levantamento de dados sobre recurso hídrico escolhido, assim como, se possível, sobre as características da comunidade ribeirinha e a identificação do que será investigado. O reconhecimento do local anterior à saída a campo é de extrema importância, pois a partir desse reconhecimento o professor poderá conhecer os aspectos gerais do local, bem como selecionar previamente os pontos a serem avaliados pelos estudantes, e as eventuais dificuldades de acesso. Assim sendo, o professor deverá considerar, por exemplo, a nascente do rio, pontos com mais impactos antrópicos, tipo de impacto, fonte(s) contaminadora(s), pontos preservados, mata ciliar, ocupação local, curso geral do rio e o local no qual ele desemboca, características da comunidade ribeirinha, etc. É recomendado que o

professor realize a coleta de amostras de água nos pontos potencialmente selecionados para que possa analisá-las previamente.

### 3.3.2. Estudo de caso/mapeamento

Visando ainda o delineamento geral da SD a ser proposta como objetivo do presente trabalho, a viabilidade de todas as etapas nela incluídas foi avaliada, através da efetiva realização de cada uma delas.

Assim sendo, como exemplo, ou estudo de caso, foi realizado um mapeamento/reconhecimento do recurso hídrico situado nas proximidades da Escola Professor Alexandre Sérgio Godinho, localizada no bairro Carandaí, área urbana do município de Biguaçu-Santa Catarina – Brasil.

A Figura 4 situa o município de Biguaçu-SC, no qual foi avaliado um recurso hídrico como estudo de caso, visando a proposição da SD.

Figura 4 - Mapa de Santa Catarina, com destaque para a cidade de Biguaçu/SC.



Fonte: Wmshowdebola, 2011

### 3.3.3 Biguaçu – SC: localização

Biguaçu é um município brasileiro, localizado no estado de Santa Catarina. Faz divisa a Oeste com o município de Antônio Carlos, e a leste com o oceano Atlântico. Ao Norte com Tijucas e Canelinha, e ao Sul com o município de São José (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2020.).

Situado entre os dois maiores portos catarinenses, de Itajaí e Imbituba, e próximo à capital Florianópolis, Biguaçu tem saída para o mar e facilidade de acesso, já que a BR-101 duplicada corta o município. A BR-282, que liga a capital catarinense ao

interior do estado, fica a apenas 12 km de distância, por via duplicada e de fácil acesso, em Palhoça. Biguaçu tem aproximadamente 60 mil habitantes e uma área de 324,5 km<sup>2</sup>. (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2020).

#### **3.3.4. Biguaçu – SC: História**

O município de Biguaçu começou a ser povoado em 1748, com a chegada de imigrantes portugueses vindos do arquipélago dos Açores e da Ilha da Madeira. Inicialmente se instalaram em um lugarejo denominado de São Miguel da Terra firme. Em 23 de janeiro de 1751 teve seu primeiro monumento inaugurado, a igreja de São Miguel Arcanjo. A provisão que nomeia o primeiro vigário, Padre Domingos Pereira Machado, para a freguesia de São Miguel é de 8 de fevereiro de 1752 (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2020).

Embora de caráter temporário, a freguesia de São Miguel foi a capital da capitania de Santa Catarina no período de 10 de outubro de 1777 a 2 de agosto de 1778, quando os espanhóis ainda ocupavam a ilha catarinense. Por ato do conselho Administrativo da Província, no dia 1º de março de 1833, a freguesia de São Miguel foi elevada à vila e criado o município de Desterro (atual Florianópolis). A instalação do município de São Miguel ocorreu em 17 de maio de 1833 (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2020).

Face à decadência econômica, aos frequentes surtos de malária e ao desmembramento de novas freguesias, São Miguel foi aos poucos perdendo seu prestígio. No início da segunda metade do século XIX, surgia na margem direita do rio Biguaçu um povoado que crescia face às terras férteis, ao trabalho dos colonos, da construção de uma igreja e um cemitério (1874). Em 19 de dezembro de 1882, surgiu uma nova freguesia, sob a invocação de São João Evangelista (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2020).

Lideranças políticas de Biguaçu conseguem, em 1886, transferir a sede do município para o Centro da cidade. Em 1888, por decisão do governo da Província, a sede municipal volta para São Miguel, efetivada quase no final de 1889 devido a relutância dos vereadores. No período republicano, João Nicolau Born, consegue junto ao governador do Estado, a mudança definitiva da sede municipal de São Miguel para o Centro de Biguaçu, o que ocorreu em 22 de abril de 1894 (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2020).

#### **3.3.5. Biguaçu – SC: Educação**

O município nos últimos anos teve uma boa expansão da oferta de cursos profissionalizantes destinado ao mercado de trabalho regional. Possui ainda um campus universitário, com mais de uma dezena de cursos tradicionais, mantido pela UNIVALI (Universidade do Vale do Itajaí), particular. Ainda na linha das universidades particulares, estão instaladas também no município, a UNIASSELVI (Centro Universitário Leonardo Da Vinci) e a UNICESUMAR (Centro Universitário de Maringá). Conta também, nas proximidades, com as universidades públicas na capital Florianópolis, como a UDESC (Universidade do Estado de Santa Catarina) e a UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), esta última entre as cinco maiores do país (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2020). O município de Biguaçu conta com uma rede de ensino fundamental e médio formada por muitas escolas municipais, estaduais e particulares, seguindo o mesmo padrão encontrado na rede das escolas da Grande Florianópolis.

### **3.3.6. Biguaçu – SC: Meio ambiente**

A vegetação predominante na cidade é a Mata Atlântica, hoje bastante devastada. Conta com mais de 12 quilômetros de litoral marítimo, sendo banhado pela Baía Norte, braço aquático do oceano Atlântico que separa este município da ilha de Santa Catarina, onde se encontra a maior parte de Florianópolis (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2020).

O município ainda não possui rede de tratamento de esgotos, que faz com que praticamente todos os rios e o litoral marítimo estejam altamente poluídos, pois há uma forte ocupação desordenada e especulação imobiliária na cidade. Outro problema sério é que há dois anos a obra de esgotamento sanitário em Biguaçu está parada, por conta de uma ação judicial que questiona o local de instalação da estação de tratamento (HORA DE SANTA CATARINA, 2018).

Todo ano Biguaçu tem o mesmo problema, principalmente por ser o final da linha de abastecimento e praticamente toda água consumida no município vem de outras cidades. Uma saída seria a coleta de água do Rio Biguaçu, em vez do Rio Cubatão, para melhorar isso. Embora o potencial hídrico seja considerável, faltando apenas sua proteção e uso racional (HORA DE SANTA CATARINA, 2018).

### **3.3.7. Biguaçu – SC: Origem do nome**

Há algumas controvérsias quanto à origem do nome da cidade. Uma versão afirma que é de origem indígena, que significa “Biguá Grande”. Biguá é uma ave



aquática, encontrado no rio Biguaçu. No entanto, o saudoso padre Raulino Reitz, em seu livro “Alto Biguaçu” (1988), apresenta a versão de que o nome deve-se a uma árvore semelhante ao jambolão, chamada popularmente de “baguaçu” (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2020).

Atualmente, um jornalista da cidade, Ozias Alves Júnior (JB Foco), através de uma pesquisa que contou com a ajuda do Professor Aryon D. Rodrigues, um dos maiores especialistas em Tupi-Guarani do Brasil, afirma que a origem do nome Biguaçu vem da palavra “guambygoasu”. Ela significa “Grande Cerca de Paus” ou “Cerca Grande” (palavra língua pelos antigos índios carijós) (PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU, 2020).

### 3.3.8. Biguaçu – SC: Dados Estatísticos

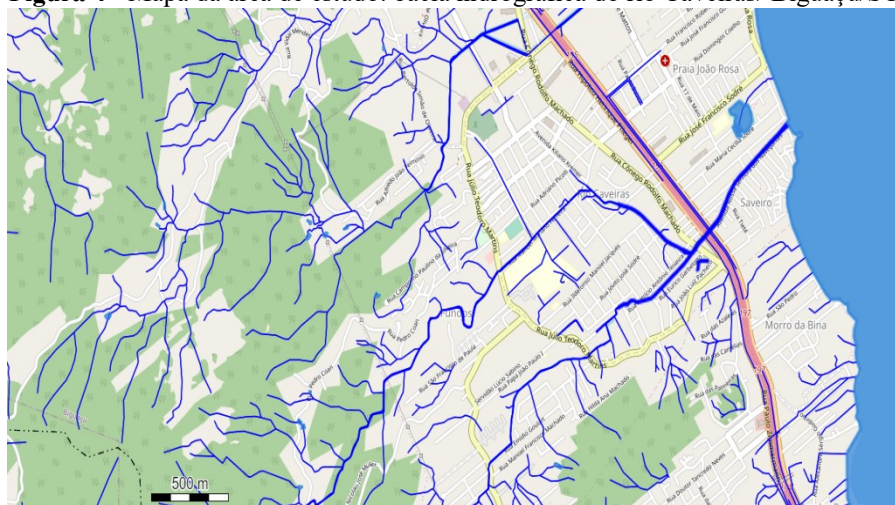
**Quadro 2 -** Dados estatísticos do município de Biguaçu – SC

Dados Estatísticos	
Fundação	17 de maio de 1833
Gentílico	Biguaçuense
População estimada	68.481 (Fonte: IBGE - Estimativa 2019)
Área territorial:	367,891 Km <sup>2</sup> (Fonte: IBGE - 2015)
Densidade demográfica:	186,14 hab/Km <sup>2</sup> (2019)
Colonização	Açoriana
Clima	Subtropical
Altitude	3 metros acima do nível do mar
Latitude	27,4917 graus
Longitude	48.65556 graus
Distância da Capital	28 km
Via de Acesso	BR 101
Região	Grande Florianópolis
Turismo	Cultura indígena, açoriana, belezas naturais, restaurantes e
Base Econômica	Agricultura, turismo e comércio

### 3.3.9. Biguaçu – SC: Bacia hidrográfica do Rio Caveiras

Tendo em vista o critério considerado e mencionado anteriormente para a construção da SD proposta quanto à seleção de um recurso hídrico para estudo, que fosse localizado preferencialmente próximo à escola, foi realizado pelo professor um mapeamento em relação a recursos hídricos nas proximidades da Escola Professor Alexandre Sérgio Godinho, localizada no bairro Carandai, Biguaçu/SC. Foi selecionado para o estudo de caso o Rio Caveiras, já que o mesmo fica localizado nas proximidades da escola, tendo sido considerado ideal como um estudo de caso, de modo que outros professores possam vir a utilizar esse exemplo em sala de aula, ou construir um estudo semelhante (Figura 4 e Figura 5). Assim sendo, como proposto na SD, foi realizado um levantamento prévio de dados sobre o rio, antes da visita *in loco*.

**Figura 4** - Mapa da área de estudo: bacia hidrográfica do rio Caveiras/ Biguaçu/SC.



Fonte: IMA, 2020

**Figura 5** - Detalhe da área de estudo: bacia hidrográfica do rio Caveiras/ Biguaçu/SC.



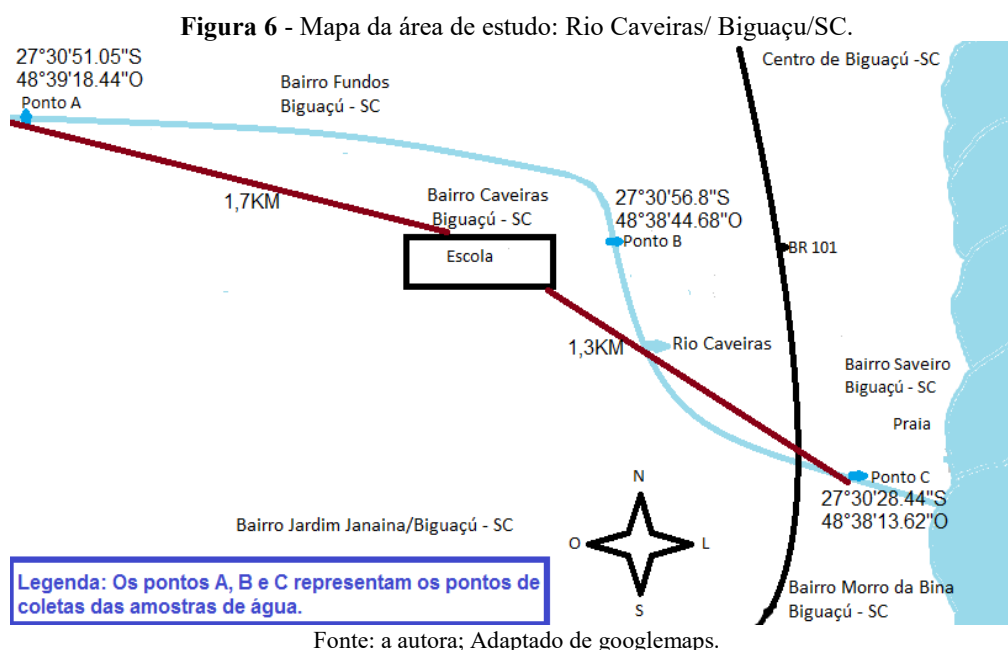
Fonte: Google maps, 2020

A área total da bacia hidrográfica da qual, o rio Caveiras (local de estudo) faz parte é de 389,7 km<sup>2</sup>, com drenagem disposta no sentido oeste-leste. Fazem parte da bacia, grande parte do município de Biguaçu e todo o município de Antônio Carlos. As nascentes do Rio Caveiras estão situadas na **Serra de Congonhas**, na porção oeste, a 778 metros de altitude. A rede hidrográfica da área de estudo pertence ao sistema integrado da vertente atlântica, formada por um conjunto de bacias isoladas. O rio Caveiras, como os demais drenam para o Oceano Atlântico. No seu curso inferior atravessam planícies fluviais, com baixas declividades. No aspecto dos regimes fluviais, o rio Caveiras é comandado pelo regime pluviométrico, que se caracteriza pelas chuvas distribuídas o ano inteiro, garantindo um bom fluxo durante o ano (SANTA CATARINA, 1997). A baixa declividade no médio e baixo curso, além da grande sinuosidade dos canais contribui para diminuir o escoamento superficial. Isso facilita a ocorrência de enchentes nas cidades Biguaçu, nos Bairros: Fundos, Rio Caveiras e Saveiro.

### **3.3.10. Elaboração de um mapa para orientar a saída a campo**

Na SD, como atividade final do estudo da área selecionada para a atividade a campo, foi incluída uma atividade relativa a elaboração de um mapa do local, com os seguintes objetivos 1- os estudantes construirão algo concreto como resultado do trabalho de pesquisa realizado sobre o recurso hídrico alvo do estudo; 2- os estudantes poderão situar o local selecionado para a saída a campo no contexto geral do rio; 3- os estudantes terão subsídios para se quanto aos pontos de coleta de amostras, tanto antes, quanto durante a saída a campo, independentemente de acesso a mapas digitais.

Na Figura 6 pode ser observado o modelo de um mapa referência, elaborado para o local selecionado no estudo de caso, Rio Caveiras. Além das coordenadas geográficas, e da inclusão da escola como referência espacial, foram destacados os pontos ao longo do rio selecionados para as coletas de amostras de água para análise: Ponto A (próximo à nascente), Ponto B (próximo à escola), e Ponto C (na praia, onde o rio desemboca).



Cabe destacar que com a finalização do mapa, os estudantes irão realizar uma atividade em grupo sobre a pesquisa bibliográfica realizada por eles referente ao rio em estudo, englobando alguns conceitos abordados na discussão do tema com o professor. As perguntas sugeridas para essa atividade estão compiladas no "Material do Estudante" que se encontra no **Apêndice 1**.

Como parte do mapeamento realizado pela professora, que será sugerido para que outros professores possam vir a utilizar em sala de aula, foi realizada uma saída a campo e realizadas duas atividades integrantes dessa etapa da SD aqui proposta: 1- o registro fotográfico dos locais selecionados no mapa, e 2- o registro de informações sobre o rio, seu presente e seu passado, sob a ótica de relatos de moradores desses locais.

A Figura 7 mostra o detalhamento de um dos pontos de coleta de amostra de água para análise (Ponto A), conforme registro fotográfico realizado *in loco*.

**Figura 7** - Foto do local na proximidade da nascente do rio Caveiras/ Biguaçu/SC



Fonte: da autora.

Como podemos ver na Figura 8, a região da nascente do rio Caveiras registra ainda a presença de mata, encontrando-se protegida (Ponto A de coleta de amostra), Entretanto nas proximidades desse local (Figura 7), no início do curso do rio a mata ciliar pode ser encontrada apenas em alguns locais. Nas proximidades da nascente também podem ser também observadas algumas residências e pastagens.

**Figura 8** - Foto das proximidades da nascente do rio Caveiras/ Biguaçu/SC.



Fonte: da autora.

A Figura 9 mostra o rio Caveira e suas margens, próxima à BR 101, na cidade de Biguaçu, no sentido norte, à esquerda. As margens não possuem mata ciliar e apresentam

características de uma vala de esgoto a céu aberto, como observado na maioria dos rios nas áreas urbanas.

A mesma foto nos mostra a situação do rio Caveiras nas proximidades da escola, (Ponto B de coleta de amostra), onde podem ser vistos os efeitos da ação antrópica, como o derramamento de esgoto, e a destruição da mata ciliar. Conforme entrevista com alguns moradores daquela região, há alguns anos o mesmo rio Caveiras, que hoje está quase sem pujança, costumava ser local de sustento, através da pesca, para muitas famílias e, que “tinha cachoeiras ao longo dele, e com muita água que dava barulho”. Usavam a água para banho, para lavar roupas, para animais e outras tarefas domésticas.

**Figura 9** – Visão geral do Rio Caveiras, nas proximidades da Escola Professor Alexandre Sérgio Godinho, Biguaçu/SC.



Fonte: da autora.

Devido à forte especulação imobiliária e a ocupação do local sem o devido planejamento, os espaços verde desaparecem. Exemplo disso é a inexistência de mata ciliar. Embora o potencial hídrico seja ainda considerável, como já vimos em referências anteriores, citadas nesse trabalho, falta sua proteção e uso racional. As praias do município sofrem com o derramamento de esgoto sanitário, prejudicando a balneabilidade, e toda a água potável consumida no município vem de outras cidades (HORA DE SANTA CATARINA, 2018).

O motivo da atração populacional é a proximidade com a capital do Estado, atraindo pessoas de baixo poder aquisitivo que ocuparam bairros e loteamentos com pouca infraestrutura física, e sendo uma forma de ocupação periférica, sem planejamento por parte do município (HORA DE SANTA CATARINA, 2018).

A Figura 10 mostra outro local ao longo do rio Caveiras, sendo que à direita no sentido norte da BR 101, pode-se ver a região, a qual, antes da ocupação desordenada e sem planejamento, era constituída por manguezais e, de acordo com a conversa com antigos moradores, local de sustento para muitas pessoas (pesca de peixes, e outros frutos do mar). Hoje quase que completamente ocupado por residências e comércio, o que resta do manguezal ainda recebe todo o esgoto sanitário oriundo das residências, de indústrias e do comércio

**Figura 10** - Rio Caveiras, outro local nas proximidades da Escola Professor Alexandre Sérgio Godinho, Biguaçu/SC.



Fonte: da autora

Nas Figuras 10 e 11 podemos observar a presença de casas na região que antes da ocupação humana era toda ocupada por manguezais. O manguezal, segundo alguns moradores mais antigos do local, compreendia praticamente toda a área do bairro Saveiro.

Os manguezais são de grande importância, pois funcionam como uma espécie de berçário para as espécies locais, além de ter um papel fundamental na proteção contra a erosão costeira, promovendo a retenção de sedimentos transportados pelo mar nas terras continentais pela fixação dos vegetais. Reconhecendo a importância dos manguezais, em 1965, o Código Florestal definiu que essas áreas fossem áreas de proteção permanente. Porém a urbanização em suas proximidades tem destruído gradativamente estes habitats e, mesmo com a proteção da lei, essas áreas continuam sendo ameaçadas, ameaças essas provocadas principalmente pela especulação imobiliária.

Além da ocupação desordenada, o bairro não possui nem um tipo de tratamento de esgoto, os moradores relatam que por falta de recursos financeiros não possuem condições de fazer sua própria fossa, sendo assim o esgoto é canalizado todo, no que resta do manguezal.

**Figura 11** - Rio Caveiras (Ponto C): local nas proximidades da praia



Fonte: da autora.

Um terceiro local ao longo do Rio Caveiras, próximo à praia (Figura 11), foi selecionado para coleta de amostras de água (Ponto C) que foram usadas para as análises previstas como uma das etapas da SD.

Na Figura 12 temos uma visão fotográfica do local onde o rio Caveiras deságua no mar. Como podemos ver ao longo do percurso do rio, o esgoto das residências é praticamente todo canalizado para esse ponto que vai desaguar no mar.

**Figura 12** - Local nas proximidades da praia, onde o rio Caveiras desagua.



Fonte: da autora.



Como mencionado acima, é altamente recomendado que o professor realize o mapeamento do local previamente à saída a campo com os estudantes, de modo a ter o diagnóstico geral do recurso hídrico e de suas imediações, bem como para confirmar a seleção previa dos pontos de coleta das amostras, além de poder avaliar a acessibilidade aos mesmos.

Como alternativa metodológica, na impossibilidade de viabilizar a ida a campo com os estudantes, o professor poderia documentar e registrar a visita *in locus* por ele realizada, conforme relatado aqui no estudo de caso, e usar o material compilado para trabalhar em sala com os estudantes a caracterização geral e de pontos selecionados ao longo do recurso hídrico alvo.

### **3.3.12. Orientações gerais para os estudantes e preparação do material para a saída a campo**

O professor deve orientar os estudantes quanto aos aspectos gerais, e os cuidados que devem ser observados durante a realização da atividade a campo. Deve detalhar essas informações, juntamente com a discussão do planejamento geral das atividades a serem executadas a campo. Esse planejamento prévio é de extrema importância para que os estudantes saibam de antemão a organização dos grupos, e todo o roteiro de atividades a ser cumprido, e, conseqüentemente quais os dados que devem obter e registrar durante a saída a campo. Fichas com a sugestão dos dados e das informações a serem coletados e registrados durante a saída a campo estão incluídas no "Material do Estudante", incluído no **Apêndice 1**.

A preparação da saída a campo deve incluir ainda o preparo do material necessário para o registro de dados a campo, e, principalmente o material necessário para as coletas das amostras de água, tendo em vista os indicadores e os parâmetros a serem analisados. A lista desses indicadores poderão ser discutidos com os estudantes com base nas fichas incluídas no "Material do Estudante", incluído no **Apêndice 1**.

## **3.4. COLETA E ANÁLISE DAS AMOSTRAS DE AGUA COLETADAS**

### **3.4.1. Análise das amostras de água**

Essa etapa da SD proposta prevê a realização de análises das amostras de água coletadas na saída a campo como uma atividade investigativa que permita aos estudantes construir um conjunto de resultados que possa lhes subsidiar na avaliação da qualidade do recurso hídrico em estudo.

Assim sendo, no estudo de caso, cujo objetivo foi subsidiar a inclusão dessa etapa da SD aqui proposta, foram coletadas amostras de água do rio Caveiras em Biguaçu/SC, em três locais selecionados, pontos, conforme mencionado acima, e mostrados na Figura 6: Ponto A (nascente), Ponto B (próximo à escola), e Ponto C (próximo à praia, onde o rio Caveiras deságua). As amostras de água foram coletadas em recipientes plásticos (Figura 13), devidamente desinfetados e lacrados. Em cada local foi realizada a coleta de água superficial, correspondente ao volume de aproximadamente 1L de água/local, a uma profundidade aproximada de 30 cm. As coletas foram realizadas em abril de 2020, parte das análises realizadas pela professora e outras realizadas em parceria com o laboratório regional da CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento.

**Figura 13** - Recipientes utilizados para coleta das amostras de água nos diferentes locais selecionados no Rio Caveiras, Biguaçu/SC.



Fonte: da autora

A figura 13, nos mostra os recipientes devidamente higienizados e lacrados, retirados diretamente do laboratório da CASAN.

No momento da coleta o professor e alunos deverão tomar todos os cuidados, tais como: o uso de luvas e botas para coleta de água do rio. Maiores detalhes sobre os procedimentos estão incluídos no Apêndice 1.

Na Figura 14 estão mostrados os frascos contendo as amostras de água coletadas no rio Caveiras as análises mencionadas acima.

**Figura 14** - Recipientes contendo as amostras de água coletadas.



Fonte: da autora.

### 3.4.2. Análises das Amostras de Água Coletadas

Diferentes indicadores e parâmetros foram considerados como sugestão para as análises das amostras de água. Buscaram-se, métodos e alternativas na tentativa de minimizar as eventuais dificuldades para viabilizar a realização das análises, de modo a priorizar o principal objetivo dessa etapa da SD, que é o seu caráter investigativo, e, conseqüentemente, o protagonismo dos estudantes.

O professor deve avaliar o que considera factível ser realizado dentro da sua realidade, e, dessa forma, estabelecer o conjunto de indicadores e parâmetros que julgar mais conveniente para essa etapa da SD.

No mapeamento aqui relatado, no qual foi baseada a SD proposta, para as amostras de água coletadas foram realizadas as seguintes análises: cor aparente, odor, turbidez, pH, material floculado, coliformes totais, sulfato, cloretos, alcalinidade total, nitrogênio nitrato e condutividade.

Algumas análises foram passíveis de realização em casa, tais como: pH, material sedimentado, cor, odor, material em suspensão, material floculado, além da observação da amostra com um microscópio caseiro a laser. Assim sendo, podemos extrapolar que sua realização seria viável na escola.

Por outro lado, para a realização de algumas análises se buscou uma parceria com um dos laboratórios da CASAN, localizado no município de Biguaçu, SC. Assim sendo, podemos considerar que esse caminho se constitui em uma alternativa viável para ampliar de forma significativa o conjunto de análises e, conseqüentemente o conjunto dos resultados com a inclusão de parâmetros relevantes de qualidade de água.

Em relação às amostras microbiológicas realizadas pela CASAN, para a determinação de *E.coli* e coliforme totais, uma alternativa, poderia ser o uso de kits comerciais, como Colipaper® da Alfakit, por exemplo.

Foi ainda incluída como sugestão a observação das amostras utilizando um microscópio caseiro utilizando um apontador a laser, com o objetivo de permitir a observação de microrganismos presentes nas amostras.

**Figura 15** - Microscópio caseiro com apontador a laser



Fonte: da autora

Para fazer esta experiência, foi coletada água nas margens do rio Caveiras, em Biguaçu/SC.

Nessa amostra de água – malcheirosa e poluída – foi possível ver vários microrganismos se movimentando, quando realizado o experimento com um poderoso microscópio caseiro, que aumenta até 1.000 vezes.

Bom, mas vamos ao procedimento! Afinal, como se faz um microscópio a laser?

### **Procedimento experimental: Materiais e reagentes**

- Recipientes (copos preferencialmente de vidro);
- Seringa;
- Caneta a laser;
- Parede branca;
- Amostra da água.

### **Amostras analisadas**

Pontos A - Nascente do rio, B - Próximo a escola e C - Mais a jusante

A única coisa a ser feita é apontar o feixe de luz para a gota e ver a imagem gigante da gota se projetando sobre uma parede branca.

O princípio físico desse microscópio é simples: a gota d'água funciona como uma lente esférica. Ela recebe a luz do laser e, como em uma lente biconvexa, faz os raios convergirem e depois se dissiparem, projetando uma imagem na parede. Como os microrganismos da água estão na passagem dessa luz, acabam sendo reproduzidos em tamanho gigante.

Disponível também em:

<https://manualdomundo.uol.com.br/experiencias-e-experimentos/microscopio-caseiro-com-laser-experiencia-de-fisica-e-biologia/>

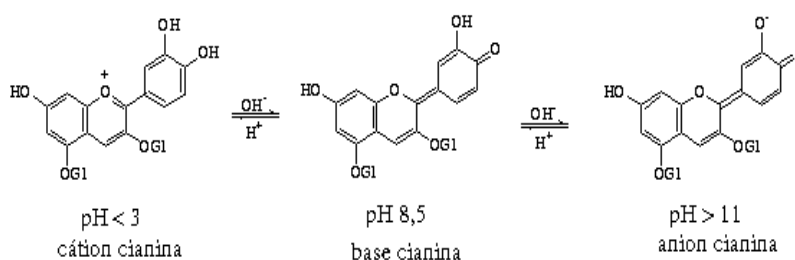
No caso da determinação do pH, a sugestão é a utilização de um método simples e factível. Essa determinação pode ser realizada comparativamente a partir da construção de uma escala de pH, **usando suco de repolho roxo, cujo comportamento como indicador ácido-base** está relacionado aos pigmentos antocianinas nele presentes (Figura 16 e Figura 17).

**Figura 16** – Escala de pH, obtida a partir do suco de repolho roxo.



Fonte: química em prática, 2017.

**Figura 17** – Estrutura e comportamento ácido-base de antocianinas, pigmentos encontrados em diversas plantas e vegetais, como, por exemplo, o repolho roxo



Fonte: química em prática, 2017.

Essa capacidade de o repolho roxo mudar de cor de acordo com o pH do meio é bem importante, pois nós, enquanto professores de biologia, precisamos de materiais de fácil acesso e de baixo custo para as atividades que vamos desenvolver. Por conta dessa característica de indicador ácido-base, os alunos também poderão facilmente verificar o pH de soluções em casa (QUIMICAEMPRACTICA, 2017).

A descrição do procedimento por nós utilizado no presente trabalho para o preparo do indicador ácido-base a partir do repolho roxo está detalhada no Apêndice 1 (Guia do Professor), conforme descrito em (QUIMICAEMPRACTICA, 2017. Disponível em : <https://quimicaemp pratica.com/2017/07/06/indicador-acido-base-de-repolho-roxo/>. (Acesso em 10 de agosto de 2020).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dado que os resultados do estudo de caso, Rio Caveiras, nos deram subsídios para fundamentar e mostra a viabilidade da Sequência Didática aqui proposta, incluindo uma atividade de saída a campo, inicialmente serão apresentados e discutidos os resultados das análises das amostras coletadas (item 4.1). Em seguida, serão focados os aspectos gerais e o delineamento da SD (item 4.2).

### 4.1 – Resultados das análises das amostras de água coletas no estudo de caso (Rio Caveiras)

#### 4.1.1. Determinação do pH

Os resultados obtidos para a determinação do pH, utilizando como referência a escala de pH obtida a partir do suco de repolho roxo, podem ser vistos na Figura 18. Pode ser destacado o resultado obtido para a amostra do Ponto B (próximo à escola), cuja coloração corresponde a um valor de pH fortemente ácido (pH em torno de 2,0). O procedimento utilizado para a determinação do pH das amostras pode ser facilmente realizado pelos estudantes.

**Figura 20** – Resultado da determinação do pH. Em: (A) amostras coletadas no Rio Caveiras; (B) escala de pH utilizada como referência, obtida a partir de suco de repolho; (C) amostras de água mineral e água da torneira.

(A)



Fonte: da autora.

(B)



Fonte: da autora

**Quadro 3** - Análise do pH em amostras de água, colhidas em três pontos do rio Caveiras.  
 Ponto A: 1º ponto (nascente); Ponto B: 2º ponto (próximo à escola); Ponto C: 3º ponto (próximo à praia).

	A	B	C
pH	7,0	< 2,0	~8,0
LEGENDA:	1 2 3 4 5 6 ÁCIDO	7 NEUTRO	8 9 10 11 12 13 14 ALCALINO
REFERÊNCIA: Escala mostrada na Figura 18 – B			

Fonte: da autora

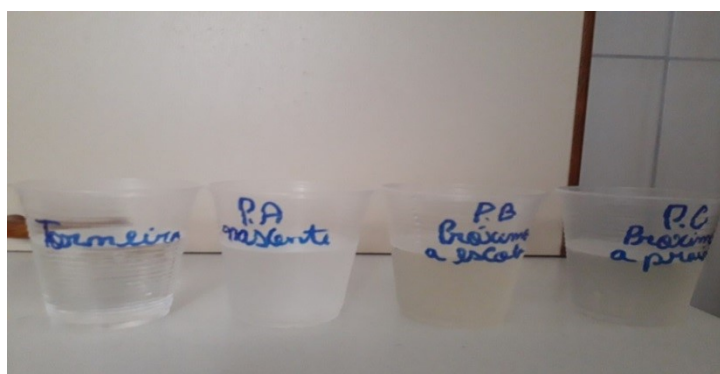
#### 4.1.2. Parâmetros gerais

Como parâmetros gerais de qualidade de água foram considerados a observação da cor aparente, da turbidez, e do odor das amostras de água superficial coletadas no Rio Caveiras, além da presença de sedimentos e de material floculado.

A cor e o grau de turbidez variaram entre as amostras dos pontos A, B e C, conforme pode ser observado na Figura 19.

As amostras dos pontos B e C apresentaram um odor característico de esgoto, o que não foi detectado na amostra do Ponto A, coletada nas proximidades da nascente. Por outro lado, mesmo a amostra coletada no Ponto A apresentou certo grau de turbidez.

**Figura 19** - Cor e turbidez das amostras de água coletadas no Rio Caveiras. PA = Ponto A (próximo à nascente); PB = Ponto B (próximo à escola); PC = Ponto C (próximo à praia). Foi incluída uma amostra de água de torneira.



Fonte: da autora

Cabe salientar que foi observado material sedimentado nas amostras B e C, podendo ser considerado em termos quantitativos como em baixa quantidade, após repouso de 24 horas (dados não mostrados). Após agitação, foram observadas uma pequena quantidade de partículas, correspondentes à material floculado, nas amostras B e C.



O Quadro 4 mostra o resumo das análises de alguns parâmetros físico-químicos nas amostras coletadas, realizadas a partir da observação direta a olho nú; observações essas também facilmente realizáveis pelos estudantes .

**Quadro 4** – Resultados das análises físico-químicas (observação a olho nu) em amostras de água colhidas em três pontos distintos do rio Caveiras. Ponto A: 1º ponto (próximo à nascente); Ponto B: 2º ponto (próximo à escola); Ponto C: (próximo à praia).

ANÁLISES	RESULTADOS		
	Ponto A	Ponto B	Ponto C
Cor aparente	-	2	2
Odor	-	3	3
Turbidez	-	2	2
Sedimentos	-	1	1
Material Flocculado	-	1	1

LEGENDA: NÃO OBSERVADO (-); BAIXO (1); MÉDIO (2); ALTO (3).

Fonte: da autora

#### 4.1.3. Demais parâmetros físico-químicos e análises microbiológicas

O Quadro 5 mostra os resultados das demais análises das amostras de água coletada no Rio Caveira. Essas análises foram realizadas em parceira com um dos laboratórios regionais da CASAN, localizado em Santo Amaro da Imperatriz.

**Quadro 5** - Análises físico-químicas em amostras de água, coletadas em três pontos diferentes ao longo do Rio Caveiras. Ponto A: 1º ponto (próximo à nascente); Ponto B: 2º ponto (próximo à escola); Ponto C: 3º ponto (próximo à praia).

ANÁLISES (águas superficiais)	RESULTADOS			UNIDADE
	Ponto A	Ponto B	Ponto C	
pH	6,22	4,24	6,87	-
Turbidez	1,6	25	13	NTU
Nitrogênio Nitrato	0,1	0,3	0,3	mg/L-
Cloretos	12,54	6.878,9	11.896,8	mg/L- Cl
Sulfato	< 2	200	900*	mg/L – SO4
Alcalinidade Total	19,68	168,29	144,75	mg/L-
Cor Aparente	10,2	92,3	68,5	Uc
Condutividade a 25° C	70,7	14.600	21.400	mS/cm
	VALORES DE REFERÊNCIA (águas superficiais)			UNIDADE
pH	6 a 9			-
Turbidez	Até 0,08			NTU
Nitrogênio Nitrato	Até 44			mg/L-
Cloretos	Até 250			mg/L- Cl

Sulfato	Até 250	mg/L – SO <sub>4</sub>
Alcalinidade Total	8 a 10	mg/L-
Cor Aparente	Até 7,5	uC
Condutividade a 25° C	100-1000	mS/cm

Fonte: Adaptado das análises realizadas no laboratório da CASAN

**Quadro 6** – Análises microbiológicas em amostras de água, coletadas em três pontos ao longo do Rio Caveiras. Ponto A: 1° ponto (próximo à nascente); Ponto B: 2° ponto (próximo à escola); e Ponto C: 3° (próximo à praia).

	RESULTADOS			UNIDADE
	Ponto A	Ponto B	Ponto C	
Coliformes totais	686,7	2.420	2.420	NMP / 100
<i>Escherichia coli</i>	27,5	2.420	2.420	NMP / 100
	VALORES DE REFERÊNCIA (águas superficiais)			UNIDADE
Coliformes totais	Até 1.000			NMP / 100
<i>Escherichia coli</i>	Até 1.000			NMP / 100
NMP = Número mais provável				

Fonte: Adaptado das análises realizadas no laboratório da CASAN

## 4.2 – Sequência Didática (SD)

### 4.2.1. Fundamentação teórica para as atividades e avaliações integrantes da SD

Visando discutir o impacto ambiental urbano em recursos hídricos e sugerir atividades voltadas à percepção ambiental, através de uma SD, essa foi fundamentada a partir de metodologias que proporcionassem uma aprendizagem significativa. Nesse sentido, o direcionamento da SD foi voltado para um recurso hídrico próximo à realidade dos estudantes, de modo que seus conhecimentos prévios possam servir de ponto de partida para a discussão em foco. Assim sendo, na SD sugere-se que o estudo seja voltado para um rio (ou similar), preferencialmente próximo à escola, ou situado no bairro no qual a escola se situa, ou ainda, um recurso hídrico relevante para o município. Ainda, focando na aprendizagem significativa, o direcionamento da SD ampliou essa fundamentação teórica através da inclusão de atividades investigativas, no sentido de permitir a participação efetiva dos estudantes na construção do seu conhecimento.

Segundo Moreira (2011), Ausubel defendeu que a aprendizagem significativa acontece quando o estudante está motivado a aprender, e quando, a partir de seus conhecimentos prévios, “atribui significado” aos novos conhecimentos adquiridos. Esses conhecimentos prévios foram denominados por Ausubel como “subsunçores”, ou seja, ideias âncoras, que servem como base de ancoragem para a aquisição de novos conhecimentos, efetivando a aprendizagem.

Considerando que o professor deva criar possibilidades para uma aprendizagem ativa e significativa, no planejamento da SD, além da fundamentação teórica norteadora, foi necessário, ainda, definir elementos fundamentais para a sua organização geral, com o intuito de alcançar os objetivos propostos, conforme enfatizado por Castellar (2016)

Finalmente, aplicamos também as dimensões norteadoras de Zabala (1998) no delineamento da SD, traduzido nos seguintes pontos contemplados na SD:

- ***O papel do professor e dos alunos:*** o professor atua como mediador das atividades em sala ou fora dela. Os estudantes devendo atuar como protagonistas, com participação ativa em todas as etapas da SD;
- ***Organização social da aula:*** as etapas incluíram atividades individuais e atividades em grupos, favorecendo o trabalho coletivo e o compartilhamento de informações;
- ***A organização dos conteúdos:*** a princípio, a escolha dos conteúdos foi de acordo com a análise do público alvo para a aplicação de ações, ou seja, **estudantes do ensino médio**, na disciplina de Biologia. Entretanto a SD poderá ser trabalhada em conjunto, de forma interdisciplinar, entre Biologia, Geografia, Sociologia, História, Química.

Em relação aos tipos de conteúdo a serem inclusos na estruturação da SD, consideramos a classificação geral proposta por Zabala (1998), na qual os conteúdos são divididos em três grupos: **a) conteúdos conceituais (conceitos alvo); b) conteúdos procedimentais, e c) conteúdos atitudinais.**

- ***A utilização dos espaços e do tempo:*** na SD proposta, a aprendizagem acontece em casa, numa caminhada, na proximidade da residência dos estudantes, etc. A tecnologia móvel inclusa na SD visou a auxiliar a mobilidade e facilitar a coleta de dados. Cabe salientar que o tempo para a realização das atividades é determinado na SD, entretanto esse tempo proposto pode ser adaptado às realidades particulares de uma dada escola, e de cada turma;
- ***A sequência das atividades de ensino aprendizagem:*** ao elaborar as atividades propostas da SD, buscamos articular o caráter investigativo do problema proposto a partir de conhecimentos prévios dos estudantes, e vínculo com a sua realidade cotidiana. No geral, o

objetivo principal foi à promoção de uma atitude favorável ao aprendizado, conforme enfatizado por Castellar (2016) e Zabala (1998);

- ***Os materiais curriculares e outros recursos didáticos:*** visando à participação ativa dos estudantes, optamos pelo uso de estratégias e ferramentas didáticas variadas na SD.

Procuramos incluir aquelas exequíveis dentro do contexto escolar. Nesse sentido, foi incluída a pesquisa investigativa (bibliográfica e experimental), o uso de tecnologias móveis, atividade a campo, discussão em grupo, e elaboração de esquemas e/ou representações gráficas no sentido de possibilitar que os estudantes expressem e resumam de forma concreta os seus resultados, estimulando, ao mesmo tempo, a sua criatividade;

- ***Sentido e o papel da avaliação:*** a avaliação foi planejada em um molde horizontal, e contínuo, de modo a ser realizada ao longo de toda a SD, a partir de instrumentos e tarefas de naturezas diversas, a critério do professor (CASTELLAR, 2016 e ZABALA, 1998). Essa organização permite que o professor avalie os estudantes de modo mais completo, ao mesmo tempo em que lhe permite conferir se os objetivos de aprendizado e a reflexão sobre o tema estão sendo atingidos durante a aplicação da SD. Assim sendo, a avaliação ao longo da SD está proposta com base em produções textuais, na participação nas discussões em grupo, no compartilhamento de informações em grupo, no respeito aos colegas nas atividades em grupo, no comprometimento na entrega das fichas e/ou planilhas, além da criatividade e da qualidade da tarefa final (esquemas, e/ou representações gráficas).

Após definirmos as atividades, pensamos nas estratégias de ensino para aplicá-las, baseando-nos, como mencionado anteriormente, nas metodologias ativas. Integramos, ao longo da SD, diferentes **estratégias**, buscando aquelas propícias para o fomento e a manutenção dos aspectos que compõem o ensino investigativo, e, assim, permitindo aos estudantes atuar como protagonistas, na coleta de dados e formulação de hipóteses, na construção ativa do seu conhecimento.

#### **4.2.2. Sequencia Didática (SD)**

A SD foi proposta foi finalizada contendo um total de quatro etapas. No seu todo, as etapas apresentam estratégias diversificadas, na busca de contemplar a propostas no contexto fundamentação teórica escolhida como norteadora, ou seja, metodologias ativas de aprendizagem. A SD está apresentadas de forma resumida nos Quadros 7 e 8, a seguir.

**Quadro 7 – Sequência Didática (SD): Aspectos Gerais**

<b>Planejamento da Sequência Didática</b>
<b>Título:</b> Investigando o impacto ambiental urbano em recursos hídricos
<b>Público-alvo:</b> Estudantes do ensino médio
<b>Problematização:</b> Análise investigativa sobre o impacto urbano nos recursos hídricos e as consequências para os seres vivos.
<b>Objetivo Geral:</b> Integrar os conteúdos de Biologia à uma ação de Educação Ambiental, que venha a proporcionar uma reflexão crítica, sobre a importância de cuidar, preservar e monitorar os recursos hídricos locais, através de uma investigação prática.
<b>Estratégias de ensino:</b> Levantamento do conhecimento prévio dos estudantes; trabalho em grupo; uso de tecnologias móveis para pesquisa; aula expositiva e dialogada; investigação a campo e laboratorial; representação gráfica dos conceitos; discussão final.

Fonte: da autora

**Quadro 8 – Sequência Didática (SD): Etapas e seus objetivos específicos; atividades e tarefas, forma de avaliação e duração.**

<b>Etapas</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Avaliação</b>	<b>Estratégias de ensino</b>	<b>Duração</b>
<b>Etapa 1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compartilhar a proposta de trabalho com os alunos;</li> <li>- Levantar o conhecimento prévio dos estudantes em relação aos recursos hídricos;</li> <li>- Preparar material para a saída de campo.</li> </ul>	Participação dos estudantes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Propor um trabalho interdisciplinar</li> <li>- Levantar o conhecimento prévio dos estudantes;</li> <li>- Produção textual para saber o que os estudantes conhecem sobre recursos hídricos; Aula expositiva e dialogada; - Mapear o que vai sendo apresentado e proposto; Trabalho em grupo;</li> <li>- Discussão; Uso de tecnologias móveis; Investigação; Preparar materiais para a saída de campo.</li> </ul>	<b>6h/aula</b>
	<b>Atividades</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- O professor, deve introduzir e problematizar em uma roda de conversa o tema, iniciando a discussão sobre a importância da água e a sua origem;</li> <li>- Escrever um texto sobre o tema, incluindo a percepção sobre o impacto urbano em um recurso hídrico conhecido, de forma a avaliar o conhecimento prévio dos estudantes. Essa produção aponta os saberes dos alunos e dá pistas para que o professor possa melhor intervir no processo de aprendizagem;</li> <li>- Compartilhar os textos produzidos com o grupo como um todo em uma discussão. Nessa etapa os alunos trazem o que conhecem e o que mais gostariam de conhecer;</li> <li>- Definir junto aos alunos as diversas atividades que serão desenvolvidas;</li> <li>- Organizar junto com a turma um plano de ação, anotando em um cartaz cada etapa da proposta;</li> <li>- Refletir sobre a importância de um recurso hídrico preservado e quais os benefícios dele para os seres vivos que nele habitam e para a comunidade vizinha;</li> <li>- De posse do mapeamento dos alunos (informações preciosas que vão apontar em que ponto está a turma), o professor elabora um conjunto de atividades, incluindo leituras, pesquisas, as mais diversas possíveis. É fundamental oferecer aos alunos bons e variados textos e sites para pesquisas;</li> <li>- Planejar a atividade a campo: orientações gerais e divisão da turma em grupos; Preparação do material que será utilizado na saída a campo e pós-saída a campo (análise das amostras de água coletadas).</li> </ul>			

<b>Etapa 2</b>	- Traçar um painel de fatores potencialmente indicadores/fontes de contaminação ambiental; - Refletir sobre a importância da preservação dos recursos hídricos para todos os seres vivos que direta ou indiretamente dependem dos rios.	Participação dos estudantes	- Uso de tecnologias móveis; - Registrar as informações da visita <i>in loco</i> . - Realizar coletas de amostras de água para análises	<b>5h/aula</b>
	<b>Atividades</b> - Saída a campo <i>in loco</i> ao recurso hídrico em questão; - Anotações das observações realizadas durante a saída a campo; - Coleta de dados através de metodologias ativas; - Coleta de amostras de água para futuras análises (pH, cor, odor, turbidez, material floculado, sedimentos, coliformes totais, nitritos e nitratos).			
<b>Etapa 3</b>	- Sistematizar as informações e registros coletados da visita <i>in loco</i> ; - Realizar as análises das amostras de água coletadas	Participação dos estudantes	- Discussão com o grande grupo para um alinhamento dos dados coletados; - Preparação do trabalho em grupo; - Pesquisa em livros e sites focada nos resultados obtidos, utilizando tecnologias móveis.	<b>6h/aula</b>
	<b>Atividades</b> - Realizar as análises das amostras de água coletadas; - Compilar os dados coletados a campo e os resultados das análises das amostras. Em seguida, organizar os resultados das análises das amostras de água e da pesquisa realizada; Integrar por meio da análise dos dados obtidos a relação dos conteúdos com o cotidiano dos estudantes.			
<b>Etapa 4</b>	- Apresentação e socialização dos trabalhos e demais materiais produzidos; - Buscar alternativas para melhoria do recurso hídrico em questão.	Participação dos estudantes	- Apresentação dos trabalhos produzidos em grupo; - Discussão final - Planejar ações para promover melhorias para o recurso hídrico em questão.	<b>4h/aula</b>
	<b>Atividades</b> - Apresentar o material produzido por cada um dos grupos para o grande grupo. - Realizar a discussão final conjunta dos resultados da pesquisa realizada, de forma a abordar os impactos ambientais urbanos no recurso hídrico estudado. - Sugerir alternativas e planejar ações para promover melhorias na qualidade do rio estudado.			

Fonte: da autora.

A descrição das diferentes etapas da SD e seus respectivos objetivos específicos, bem como as atividades e/ou tarefas previstas, a forma de avaliação e a duração de cada uma delas, estão apresentados a seguir.

### 3.1.1 Etapa 1

**Objetivo Específico:** Compartilhar/apresentar a proposta de trabalho com os alunos; problematizar; Levantar o conhecimento prévio dos estudantes em relação aos recursos hídricos; Discutir com os educandos sobre a importância dos recursos hídricos para a manutenção da vida na Terra, assim como o histórico dos recursos hídricos no geral em específico o rio em questão; propor a SD de forma interdisciplinar; trabalhar o tema em sala de aula, com os alunos e as outras disciplinas/professores envolvidos; preparar materiais (roteiro, fichas) para a saída de campo.

**Estratégias de ensino:** Produção textual para saber o que os estudantes conhecem sobre recursos hídricos; Discussão; Aula expositiva e dialogada; Mapear o que vai sendo apresentado e proposto; Preparar materiais para a saída de campo; Trabalho em grupo; Uso de tecnologias móveis, sites, livros para pesquisas.

**Atividades:** Apresentar em uma roda de conversa o que será estudado; Mapear o conhecimento prévio dos estudantes através de uma produção textual que será realizada pelos alunos; Discutir sobre a produção textual no grande grupo; Levantamento de bibliografia, usar tecnologias móveis, livros e sites ou outros recursos que a escola possui para pesquisas sobre recursos hídricos e o rio em questão, seu histórico, localização, o que os órgãos competentes estão fazendo para melhoria do rio; Propor um trabalho interdisciplinar, com outras disciplinas, como geografia, para localização da área, história, para conhecer como se deu a ocupação do entorno e as características da população ribeirinha, química, para análise de conteúdos presentes na água; Comentar as diversas atividades que serão desenvolvidas; Organizar junto com a turma um plano de ação, anotando em um cartaz (mapear) cada etapa da proposta; **Dividir os alunos em grupos de 3 ou 4 para a saída de campo;** Explicar aos alunos o que eles devem observar ou encontrar; Distribuição de tarefa para os grupos e dar a eles o trabalho a ser realizado/coletado, ou as perguntas que serão respondidas por eles, para que a saída a campo não se torne apenas diversão o professor deve planejar e dar a cada grupo um roteiro bem estruturado para que o aluno preencha com tudo que o professor deseja trabalhar com eles; Disponibilizar o Mapa que o professor deve fazer anteriormente, num mapeamento do local de estudo.

**Descrição:** É importante explicar passo-a-passo o que será estudado e pesquisado. Esta etapa está relacionada a aulas expositivas, dialogadas, ao levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes e à reflexão sobre a importância da conservação dos recursos hídricos, sua relação com os seres vivos e sua função/papel. Os estudantes devem realizar, individualmente, uma produção textual, de no mínimo dez linhas, sobre o tema: “Impacto

ambiental urbano em recursos hídricos”, através da manifestação individual sobre o significado do tema para si mesmo. Em seguida, os estudantes deverão compartilhar seus respectivos textos no grande grupo, sendo a apresentação e a discussão baseada no texto que produziram individualmente (produção textual) devem ser apresentados e após problematizados, levantando possíveis causas e consequências da poluição do recurso hídrico em questão. As informações teóricas serão ministradas com auxílio de projeção de imagens e o conteúdo teórico será obtido de pesquisas em diversas fontes como: o livro didático, celulares, computadores e revistas. Esse momento é essencial para que os alunos comecem a desenvolver uma familiaridade com os conteúdos que serão trabalhados na aula de campo. Definido o conteúdo teórico e a caracterização da área de estudo, deve ser realizado um planejamento e organização de um roteiro, escolha do local, levantamento de bibliografia, distribuição de tarefa para os grupos – em aulas anteriores à saída a campo. Com indicação do que os estudantes terão que observar em cada área; o que observar, por que observar e para que observar. É importante que o estudante se sinta ativo durante a aula, que haja a possibilidade de participação e interação tanto com o professor, mas também com os demais colegas.

A produção textual aponta os saberes dos alunos e dá pistas para que o professor possa melhor intervir no processo de aprendizagem. De posse do mapeamento dos alunos- informações preciosas que vão apontar em que ponto está a turma, o professor elabora um conjunto de atividades, incluindo leituras, pesquisas, as mais diversas possíveis, em sites da prefeitura local para saber se tem algum projeto para melhoria do rio. É fundamental oferecer ao aluno, bons e variados textos e sites para pesquisas sobre o recurso hídrico em questão.

Este estudo propõe que o ensino de biologia deva utilizar metodologias de ensino que resinifiquem o conteúdo normalmente ensinado em aulas tradicionais, levando em conta a realidade de ensino da escola e o espaço onde a mesma está inserida. Além disso, no assunto de cada um dos temas ministrados, a conversa inicial deve partir sempre de algo local, que faz parte da realidade e do cotidiano dos alunos, como por exemplo, os recursos hídricos presentes nas proximidades da escola. Materiais diversos como mapas e esquemas podem ser utilizados para aproximar o aluno da sua realidade local.

Deste modo, planejar a aula de campo por meio de um roteiro é essencial ao aprendizado.

**Avaliação:** Participação dos estudantes.

**Comentários:** O levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes faz-se necessário para o desenvolvimento das atividades desta SD, pois, neste momento, os



estudantes resgatam conceitos aprendidos anteriormente, seja na escola, ao longo do ensino fundamental, seja em casa, com sua família. Espera-se que os estudantes distingam os termos relacionados á poluição, como, por exemplo, a mortandade dos animais aquáticos, e apresentem as principais causas e consequências da poluição de recursos hídricos.

A produção textual deve ser orientada para que os estudantes reflitam sobre a importância da preservação dos recursos hídricos para os seres vivos em geral. Os estudantes deverão compartilhar e discutir seus textos, enquanto o professor deverá atuar como mediador. Ademais, a partir da sua mediação, ele deverá coletar os dados e as questões trazidas pelos estudantes, de modo a subsidiar a condução das demais atividades que preencherão as lacunas teóricas eventualmente existentes sobre o tema abordado. Nesse momento, é também importante preparar os estudantes para a segunda etapa da SD. Assim sendo, sugerimos a proposição de uma pesquisa como tarefa de casa, sobre as principais causas e quais as consequências da poluição dos recursos hídricos.

Para auxiliar a pesquisa a ser realizada, e assegurar que a mesma seja efetuada a partir de fontes confiáveis para a elaboração do material para a etapa seguinte, o professor poderá apresentar aos estudantes livros e/ou artigos disponíveis nas bases de dados, como sites da prefeitura e do meio ambiente, bem como indicar essas mesmas bases de dados como fonte para consulta.

### 3.1.2 Etapa 2

**Objetivos Específicos:** Através da saída a campo, de preferência em trabalho interdisciplinar, como sugerido anteriormente, os estudantes devem verificar que fatores ambientais são indicadores de poluição; analisar a ocupação do entorno do rio; refletir sobre a importância da preservação dos recursos hídricos para todos os seres vivos que direta ou indiretamente dependem dos rios, através da observação *in loco*. Permitir que o estudante vivencie a Ciência no seu dia a dia, avaliando impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas; compreender a importância da conservação do solo para a preservação dos recursos hídricos e propor ideias de alcance individual ou coletivo, identificando aquelas que visam à preservação do ambiente.

**Estratégias de ensino:** Levantamento dos dados, como: observação em pontos selecionados do rio e entrevista com moradores vizinhos. Registrar as informações da visita *in loco* em questionário para preencher. O uso de tecnologias móveis, como: fotografia, vídeos, entre outros, para registrar as informações. Para Bacich e Moran (2018), essas metodologias

“são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida”.

A escola deve buscar contribuir para a formação dos estudantes considerando também as mudanças sociais e tecnológicas, de modo a fornecer subsídios para que eles assumam um papel ativo e crítico como sujeitos.

Dessa forma, integrar por meio da análise dos dados obtidos a relação dos conteúdos com o cotidiano dos estudantes.

**Atividades:** Saída de campo *in loco* ao recurso hídrico em questão, coleta de dados através de metodologias ativas, questionário, conversas informais com moradores e coleta de amostras de água para futuras análises (em parceria com laboratório) e experimentos (realizados na escola).

**Descrição:** As saídas de campo são uma possibilidade de ensino aprendizagem em ambiente não formal. Em grupos, conforme sugerido, os estudantes devem realizar uma saída de campo, guiada e orientada em pontos selecionados do rio. Cada grupo deve verificar uma questão específica do recurso hídrico em questão. Nessa saída de campo serão observadas: a origem do rio, sua nascente, onde desagua, ecossistemas próximos, quais pontos estão preservados e quais se encontram com maiores problemas de impactos ambientais através de lançamento de esgoto e ocupação do local. Por último, como está a situação do rio atualmente, realizando coletas de amostras de água do rio para análises (pH, cor, odor, turbidez, temperatura, material floculado, sedimentação, coliformes e demanda bioquímica de oxigênio-DBO)

**Avaliação:** Participação dos estudantes

**Comentários:** Espera-se que os estudantes possam refletir sobre as tragédias humanitárias e as condições de vulnerabilidade social e ambiental; observar todos os fatores que levam a poluição dos recursos hídricos e as consequências, como a inexistência de animais aquáticos no rio e observem as principais causas e consequências da poluição de recursos hídricos.

### 3.1.3 Etapa 3

**Objetivo Específico:** Organizar/sistematizar as informações e registros coletados da visita *in loco*. Análises laboratoriais e experimentos realizados na escola das amostras de água coletadas na saída de campo.

**Estratégias de ensino:** Discussão com o grande grupo para um alinhamento dos dados coletados; Preparação do trabalho em grupo; Pesquisa em livros e sites com o uso de tecnologias móveis.

O professor, quando dispuser de pouco tempo para trabalhar recursos hídricos, como também com falta de transporte para levar os alunos a uma saída a campo, pois nem sempre o rio a ser trabalhado ficará nas proximidades da escola, pode trabalhar com os educandos a etapa 01 e após a etapa 03 em sala de aula, apresentando aos alunos a etapa 02. A segunda etapa o professor pode mapear o local de estudos, levando vídeos, fotos para a sala de aula e apresentar aos alunos, assim como experimentos a serem realizados.

**Descrição:** Sistematização/organização das informações e registros coletados que deve ser realizado em sala de aula, com a coordenação dos professores das disciplinas envolvidas, se for o caso de um trabalho interdisciplinar. Realização dos experimentos que podem ser realizados na escola das amostras de água coletadas e análises laboratoriais das amostras, para isso o professor deve buscar parceria com um laboratório de análises químicas para a realização de análises que não tenha condições de estar realizando na escola. Anotar os resultados dos experimentos em fichas. Elaboração das apresentações e produção em grupos. Esta etapa tem seu início com a sistematização, que é a organização das informações dos registros coletados que deve ser realizado em sala de aula. Cada grupo deverá decidir como deseja apresentar os dados coletados e os resultados da pesquisa realizada, assim como cada grupo vai buscar um produto para a conscientização da população, ou seja, um meio através do qual as informações obtidas cheguem até a comunidade, e possam, eventualmente, ter efeitos positivos para a melhoria do rio em questão. O professor poderá deixar a critério dos estudantes, para que discutam e decidam o formato da apresentação que desejam fazer, assim como o produto de alcance a comunidade que irão desenvolver. Ao final, espera-se que a representação concreta dos dados quantitativos leve a uma reflexão mais aprofundada sobre a poluição dos recursos hídricos.

Como forma de explicar aquilo que gostaríamos de provocar e receber da atividade proposta por parte dos alunos é o fato de relacionar os problemas do rio com um agente externo que promove o impacto naquele recurso natural, que por sua vez, propicia a alteração da cor da água, salinidade, PH, turbidez, por exemplo.

**Avaliação:** Participação dos estudantes. Desta forma, a avaliação da saída de campo consistiu na produção de fotografias, vídeos das entrevistas realizadas com os moradores no entorno do rio, sobre os aspectos discutidos e examinados em sala de aula que mais lhe chamaram atenção e que puderam ser observados e reconhecidos na saída de campo.

**Comentários:** Nessa etapa espera-se que sirva de estímulos aos estudantes, para a reflexão sobre os dados coletados pelos estudantes quanto ao ambiente ao seu redor. A análise dos dados coletados traz o cotidiano do estudante que auxilia no processo de aprendizagem. Dessa forma, o tema estudado se torna mais instigante, concreto e motivador, permitindo que, por meio da biologia, o estudante construa relações concretas entre o que se aprende em sala de aula e o seu dia a dia. Para enriquecer as discussões e os resultados, ao final da SD. Os estudantes terão a oportunidade de investigar através de análises (pH, cor, odor, turbidez, temperatura, material floculado, sedimentação, coliformes) a qualidade da água de um recurso hídrico onde a escola encontra-se inserida.

O registro da análise contribuirá para a discussão em grupo planejada para a próxima etapa. Esta etapa envolve a sistematização dos resultados, em que cada grupo deverá decidir como deseja apresentar os dados coletados e os resultados da pesquisa realizada. Sugerimos a apresentação dos trabalhos em slides e mídias. Ao final, espera-se que a representação concreta dos dados quantitativos leve a uma reflexão mais aprofundada sobre os recursos hídricos.

#### **3.1.4 Etapa 4**

**Objetivo Específico:** Apresentar os trabalhos e demais materiais produzidos para o grande grupo, discussão final, apresentar os resultados e propor melhorias, junto a órgãos municipais.

**Estratégias de ensino:** Apresentação dos trabalhos, discussão, buscar melhorias para o recurso hídrico em questão.

**Atividade:** Para finalizar a SD, os estudantes deverão apresentar o material produzido por cada um dos grupos para o grande grupo. Essas apresentações deverão ser acompanhadas de uma discussão final conjunta dos resultados da pesquisa realizada e dos resultados das análises que foram realizadas com as amostras de água, de forma a abordar os impactos ambientais urbanos em recursos hídricos. Essa discussão final incluirá como desafio aos estudantes sugerir alternativas junto aos órgãos competentes para melhorar a qualidade do rio analisado por eles. (informação a comunidade ribeirinha através de folders, aplicativos, banners, cartaz e informa-los das possíveis parcerias e a assistência social possui junto à vigilância sanitária e a prefeitura da cidade onde o recurso hídrico se encontra),

**Descrição:** deve haver uma discussão para levantar como os estudantes podem disseminar o que levantaram para conscientizar e ajudar a sociedade como um todo, através

de ação preventiva e de como aplicar isso para a comunidade. Como divulgar, informar os resultados para a comunidade escolar.

No decorrer das apresentações dos grupos o professor deverá realizar eventuais intervenções destacando as principais ideias. Após esse momento de compartilhamento, ainda em roda, o professor deverá propor que a sala toda o ajude a produzir material para divulgação. Além da proposta do professor de material de divulgação ele também deve ver/saber o que os alunos desenvolvem, ou seja, as ideias de divulgação que os alunos tem em mente e/ou descobriram.

Com o projeto do recurso hídrico e o material de divulgação o professor, juntamente com seus alunos, podem solicitar uma audiência pública na Câmara de Vereadores da cidade onde a escola encontra-se inserida, para mostrar a situação de contaminação do rio por conta de esgotos domésticos que estão ligados diretamente no rio em questão, apresentando, ainda, outras questões, como o descuido com a mata ciliar e como esse acarreta danos ao rio. Esse encaminhamento deve conter ainda sugestões de medidas que possam minimizar e/ou mesmo resolver o impacto sobre o rio.

**Avaliação:** As avaliações serão realizadas no decorrer das atividades, sendo parte do processo de construção dessa metodologia. A avaliação não é o fim do processo, mas justamente uma parte, pois é nesse momento, que a professora vai verificar se houve uma assimilação das competências e habilidades pelo aluno do que foi proposto em cada atividade.

**Comentários:** A última etapa da SD está voltada para o encerramento das atividades, concluindo a discussão do tema abordado. Os estudantes compartilharão os conhecimentos adquiridos ao longo da SD e as sugestões para a melhoria dos recursos hídricos. Como a avaliação será realizada ao longo do processo, cabe ao professor verificar, ao final da SD, na discussão final, se o objetivo geral proposto foi atingido, se houve a aquisição de novos conhecimentos em relação aos conhecimentos prévios dos estudantes. Este momento servirá para o professor avaliar se a SD cumpriu seu papel, observando se os objetivos específicos de cada etapa foram alcançados. Ainda poderá obter o registro da construção da aprendizagem ancorada na SD, solicitando aos estudantes que participaram de todas as etapas que escrevam um relato avaliativo, indicando os pontos positivos e negativos das atividades propostas.

Com o levantamento dos dados, os alunos terão a possibilidade de refletir, levantar possíveis soluções para os impactos, no sentido de prevenção do recurso hídrico e não de remediação, dar oportunidade aos alunos de levantarem quanto uma ação custa para a sociedade, doenças trazidas pela contaminação do rio e arredores e mortandade de animais que vivem no local, trabalhando novamente os conceitos iniciais.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da SD aqui proposta pode contribuir efetivamente com a aprendizagem ativa e significativa de estudantes do ensino médio sobre o tema “Impactos ambientais em recursos hídricos.” Acreditamos ainda que sua realização possa despertar o olhar crítico dos estudantes para as questões relacionadas à preservação ambiental, em particular dos nossos recursos hídricos.

Dessa forma, essa SD; como ferramenta didático-pedagógica, tem também como objetivo propiciar a reflexão e o aprofundamento dos conhecimentos necessários para que os estudantes possam assumir uma postura crítica em relação à busca de boas práticas ambientais, baseados no aprendizado construído, aliada à ação cidadã.

Na construção do conhecimento, através da SD aqui proposta destacamos a possibilidade de que sua realização ocorra em um contexto multidisciplinar. O tema proposto pode abarcar outras áreas, e, conseqüentemente, motivar a parceria com outros professores, como da Geografia, Química e História, de modo a enriquecer ainda mais a construção ativa do conhecimento pelos estudantes.

Em relação à saída a campo, sua inclusão como estratégia didática representa uma real aproximação do estudante com a realidade e o seu cotidiano, possibilitando de fato um aprendizado significativo. As análises das amostras coletadas a campo, por outro lado, trazem uma contribuição ímpar ao promover o ensino investigativo, visando à construção do conhecimento mediada pelo protagonismo dos estudantes. Além disso, acreditamos que essas atividades contribuem para a socialização, o que pode, sem dúvida, enriquecer o processo de aprendizagem.

O conteúdo desenvolvido no âmbito da SD aqui proposta se torna mais dinâmico e significativo. Uma ida até a esquina do colégio, ou mesmo no pátio, já pode ser suficiente para possibilitar uma nova perspectiva de aprendizagem ao aluno.

Ao partir da realidade do ensino de ciências, consideramos que a adoção de estratégias que prezam por propostas mais práticas e próximas aos alunos podem se tornar um caminho frutuoso. Porém, assim como outros aspectos na educação, a utilização de experimentos e experiências.

Assim, a partir das discussões apresentadas e da SD elaborada, é possível concluir que em relação ao ensino e aprendizagem baseada na investigação, as etapas planejadas respeitando tais características, se apresentam como estratégias propícias para o fomento e a manutenção dos aspectos que compõem o ensino investigativo, dentre eles a formulação de

hipóteses bem estruturadas e apresentando maior qualidade, apoiadas em experiências práticas e em conceitos teóricos abordados.

Outro aspecto, ou seja, a valorização de toda contribuição oriunda da vivência e dos conhecimentos prévios dos estudantes pode ser o diferencial para sua participação efetiva no processo. Do mesmo modo, o fazer criativo e as propostas de investigação tornarão a aprendizagem mais significativa e instigante aos alunos.

Diante de tantos ganhos evidentes, é válido afirmar que o investimento em um ensino de Ciências que fomente e promova a Alfabetização Científica, como o ensino com enfoque investigativo, é muito mais do que uma simples escolha de estratégias, ou abordagem metodológicas, e sim a possibilidade de realmente contribuir para a formação de cidadãos ativos e críticos em seu tempo, que buscam compreender entorno, e as relações do homem com a natureza, identificando as necessidades e buscando atuar de forma construtiva em soluções reais.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA O. A. **Qualidade da Água de Irrigação. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Mandioca e Fruticultura. Ministério da Agricultura, Pesquisa e Abastecimento, Cruz das Almas, Bahia, 2010.**
- ANTUNES, K. S. C.; FREO, J. D. **Qualidade microbiológica da água de poços rasos e profundos localizados no município de Jaboticaba, RS.** Revista Higiene Alimentar, São Paulo, v. 22, n. 159, p. 36-41, mar. 2008.
- ARAÚJO, R. R. **Concepções, práticas e formação inicial de professores interdisciplinares em ciências da natureza por meio do discurso do sujeito coletivo.** Ciências e Ideias, v. 7, n. 2, p. 84-104, 2016.
- ARAUJO, F., C., M., D. **Produção do livro paradidático: uma pitada de sal no ensino de Geografia.** Rio Grande do Norte: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017, p. 144.
- ARRUDA, N.M.B.; RIZZI, N.E.; MIRANDA, T.L.G. **Análise multivariada na avaliação da qualidade de água do reservatório de foz do Areia, Estado do Paraná.** Revista Brasileira de Ciências Ambientais, n. 37, p. 26-37. 2015. Disponível em: <https://cea-unesp.org.br/holos/article/viewFile/12315/8242>. Acesso em 29 de junho de 2020.
- AZEVEDO, R. **Como o ar não tem cor se o céu é azul?** Vestígios dos contos populares na literatura infantil. Lajeado: Signos, p. 92-102, 1999.
- BACHELARD, G. : 1938, **La formation de l'esprit scientifique, Vrin, Paris.** Disponível em: <https://cea-unesp.org.br/holos/article/viewFile/12315/8242>. Acesso em 29 de junho de 2020.
- BARBOSA, L. M. **Recuperação florestal de áreas degradadas no estado de São Paulo: histórico, situação atual e projeções. In: Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo matas ciliares do interior paulista;** Instituto de botânica de São Paulo GEF- global Environment Facility da SMA –SP. Guaratinguetá/SP, 2006. 129p. (Manual técnico).
- BARRETO, Luciano Vieira et al. **Eutrofização em rios brasileiros. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer-Goiânia, v. 9, n. 16, p. 2167, 2013.**
- BARROS, A.; ARAÚJO, J. **Aulas de campo como metodologia para o ensino de ecologia no ensino médio.** 6º SECAM, 2016. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/issue/archive>. Acesso em 07 de Fevereiro de 2018
- BARROW, L. H. **A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards.** *Journal of Science Teacher Education*, v. 17, n. 3, p. 265-278, 2006.
- BERNINI, Denise Simões Dupont. Metodologias ativas: MACHADO, Andreia de Bem *et al.* **Práticas inovadoras em metodologias ativas [E-book].** Florianópolis: Contexto Digital, 2017. (Col. Disponível em: <http://bit.ly/2xQAnsK>. Acesso em: 15 jul. 2019.



BITENCOURT, I. M. **A botânica no ensino médio**: análise de uma proposta didática baseada na abordagem CTS. Jequié, 2013. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Formação de Professores do Programa de Pós-Graduação), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2013.

BORBA, J. B. **Uma breve retrospectiva do ensino de biologia no Brasil**. 2013.

Disponível em:

[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4689/1/MD\\_EDUMTE\\_I\\_2012\\_12.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4689/1/MD_EDUMTE_I_2012_12.pdf).

Acesso em 10 de Fevereiro de 2019

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio**. Brasília: MEC/SEB, 1998.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação e Cultura. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEB, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – Bases Legais**. Brasília: MEC/SEF, 2000. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf> Acesso em: 15 nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei n. 9.394/96**. Disponível em: <[http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/529732/lei\\_de\\_diretrizes\\_e\\_bases\\_1ed.pdf](http://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/529732/lei_de_diretrizes_e_bases_1ed.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica**. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. 135 p. (Orientações curriculares para o ensino médio; v. 2). Disponível em [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf), acesso em 07 de Fevereiro de 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – Proposta Preliminar- Segunda Versão Revista**. Brasília: MEC, Abril, 2016. Disponível em:

<http://movimentopelabase.org.br/wp-content/uploads/2016/05/BNCC-BOOK-WEB.pdf>.

Acesso em 14 de Fevereiro de 2018

BRASIL. Ministério da Educação. **Conselho Nacional de Educação Câmara de Educação Básica. Resolução CNE/CEB nº 2, de 28 de abril de 2008**. Disponível em

[http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/2008/rceb002\\_08.pdf](http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/2008/rceb002_08.pdf). Acesso em 06 de Agosto de 2019

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio**. Brasília: MEC/SEB, 1998.

BRASIL. **Código Florestal Brasileiro**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2012.

BRASIL **Paraná turístico, ecológico e cultural**. Ministério do Turismo, Brasil, Empresa das Artes, São Paulo, 2004.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Portaria nº 1469 de 29 de dezembro de 2000**. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2001. Disponível em: [https://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/gabriel\\_nitratos.pdf](https://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/gabriel_nitratos.pdf). Acesso em 28 de junho de 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde - FUNASA. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília, 2014. Disponível em: <https://cea-unesp.org.br/holos/article/viewFile/12315/8242>. Acesso em 29 de junho de 2020.

BRASIL. **Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005. Brasília, DF, 2005**. Disponível em: <https://cea-unesp.org.br/holos/article/viewFile/12315/8242>. Acesso em 29 de junho de 2020.

BUCCI, H.S. et al. **Análise de metais, agrotóxicos, parâmetros físico-químicos e microbiológicos nas águas da Represa Dr. João Penido, Juiz de Fora, MG**. Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 10, n. 4, Taubaté, 2015. Disponível em: <https://cea-unesp.org.br/holos/article/viewFile/12315/8242>. Acesso em 29 de junho de 2020.

CAMPOS, D., B.; CAVALARI, R., M., F. Educação Ambiental e formação de Professores Enquanto “sujeitos ecológicos”: Processos de Formação Humana, Empoderamento e Emancipação. Revista eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental. Rio Grande do Sul, v. 34, n.1, p. 92-107, 2017.

CARLOS, A.F.A; LEMOS, A.I.G. **Dilemas Urbanos: novas abordagens sobre a cidade**. SÃO Paulo: Contexto, 203.

CASTELLAR, Sonia Maria Vanzella (org.). **Metodologias ativas: introdução**. São Paulo: FTD, 2016.

CETESB. **Mortandade de Peixes**. 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/ph/>. Acesso em 20 de junho de 2020.

CETESB. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo** 2017. São Paulo, 2018. Disponível em: <https://cea-unesp.org.br/holos/article/viewFile/12315/8242>. Acesso em 29 de junho de 2020.

CHAGAS, **Crescimento Urbano e Descaracterização Ambiental do Igarapé nos Bairros Pricumã e Cinturão Verde na cidade de Boa Vista-RR**. Boa Vista, Monografia ( especialização) Recursos Naturais. Universidade Federal de Roraima, 2005.

CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V.: **Seleção de variáveis de qualidade da água**. Avaliações da qualidade da água - um guia de uso da biota, sedimentos e água no monitoramento ambiental. 2.ed. Londres: UNESCO/WHO/UNEP, 1996. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/8/1/33.pdf>. Acesso em 28 de junho de 2020.

CHASSOT, A.; **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 6. ed. Ijuí: Unijuí, 2014.

CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO. **Ambiance**, 2018. Disponível em: <http://www.ambiance-sc.com.br/>. Acesso em 01 de junho de 2020.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS / CNRH (2000). **Estabelece procedimento para o enquadramento de corpos de água em classes segundo os usos preponderantes. Resolução nº 12**, de 19 de julho de 2000. Disponível em: <http://www.cnrh-srh.gov.br/>. Acesso em: 26 de junho de 2020.

CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **RESOLUÇÃO CONAMA nº 1 de 1986**. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional Disponível em: [www.mma.gov.br/conama](http://www.mma.gov.br/conama), acesso: 26 de junho de 2020.

CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **RESOLUÇÃO CONAMA nº 357/2005**. 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 Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama>. Acesso: 26 de junho de 2020.

CULPI, V; ALVES, J. **Inserção do tema pegada hídrica no ensino de Ciências: percepções e perspectivas de mudanças a partir da sala de aula**. Facultad de Ciencia y Tecnología. Espanha, 2015.

CULPI, V., L., F., L. **Contribuições da Pegada Hídrica no Ensino de Ciências: Percepções e Perspectivas de Mudança a partir da Sala de Aula**. Paraná: Universidade Teológica Federal do Paraná, 2016.

DAMBENIECE-MIGLINIECE, L.; VEINBERG, A.; LAGZDINS, A. **The impacts of agricultural land use on nitrogen and phosphorus loads in the Mellupite catchment**. *Energy Procedia*, Elsevier ed. 147. p. 189–194. 2018. Acesso em 29 de junho de 2020.

DEWEY, J. **Democracia e educação**: introducao a Filosofia da Educacao. 3 ed. Sao Paulo: Companhia. Editora Nacional, 1959.

DIESEL, Aline; MARTINS, Silvana N.; REHFELDT, Márcia Jussara H. Aproximações entre as metodologias ativas de ensino e as tecnologias digitais de informação e comunicação: uma abordagem teórica. **Conexões: Ciência e Tecnologia**, [S.l.], v. 12, n. 1, p. 38-44, mar. 2018.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda Leila Santos; MARTINS, Silvana Neumann. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, [S.l.], v. 14, n. 1, p. 268-288, fev. 2017.

DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA NO PLANETA. **Feira do verde**, 2009. Disponível em: <https://feiradoverde2009.wordpress.com/2009/11/12/distribuicao-da-agua-no-planeta/>. Acesso em 27 de junho de 2020.

DUARTE, Sérgio Gerra. **Dicionário brasileiro de educação**. Rio de Janeiro: Edições Antares: Nobel, 1986.

EISNER. Elliotw, **o que pode a educação aprender das artes sobre a prática da educação?** Currículo sem Fronteiras

EOSCONSULTORES, 2019. **Como funciona a gestão dos recursos hídricos no Brasil**. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/como-funciona-gestao-de-recursos-hidricos-no-brasil/>. Acesso em 27 de junho de 2020.

FAVORETTI, V.; GOMES, S. C. H.; SILVA, V. V. Aula prática de campo em ambientes naturais: Uma experiência de ensino desenvolvida no sul do Amazonas. **Anais do V congresso Nacional da Educação**. Olinda, Pernambuco, 2018.

FERNANDES, Elisângela. David Ausubel e a **aprendizagem significativa**. Nova Escola, São Paulo, dez. 2011. Disponível em: <http://bit.ly/2NXks6M>. Acesso em: 2 jul. 2019.

FIN, A. S. D. U., & Malacarne, V. U. (2012). **A concepção do ensino de ciências na educação infantil e as suas implicações na formação do pensamento científico no decorrer do processo educacional**. Apresentado no Seminário de Pesquisa PPE. Universidade Estadual de Maringá.

FREIRE, P. Ensinar exige apreensão da realidade. In: *Pedagogia da autonomia*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 60ª edição, 2016.

FREITAS, E. **A qualidade da educação brasileira**. Brasil escola. São Paulo, 2008 em: <http://educador.brasilecola.uol.com.br/trabalho-docente/a-qualidade-educacao-brasileira.htm>. Acesso em 15/06/2019.

GALDINO, S. M.; SOUSA, R. M. R.; COSTA, S. M. G.; FERREIRA, J. P. C. Estudo prospectivo de tecnologias potenciais para a solução da crise hídrica no Brasil. *Cadernos de Prospecção*, Salvador, v. 11, Edição Especial, 2018

GÜLLICH, R., I., C.; SILVA, L., H., A. O enredo da experimentação no livro didático: construção de conhecimentos ou reprodução de teorias e verdades científicas? *Revista Ensaio*. Belo Horizonte, 2013.

GOMES, M.A.F. **Panorama da contaminação ambiental por agrotóxicos e nitrato de origem agrícola no Brasil: cenário 1992/2011** Embrapa Meio Ambiente, Documento 98, Jaguariúna, 2014. Disponível em: <https://cea-unesp.org.br/holos/article/viewFile/12315/8242>. Acesso em 29 de junho de 2020.

GONÇALVES, C. A. R. L. **O ensino de conceitos ecológicos sistêmicos no nível médio na educação de jovens e adultos**. Campo Grande / MS 2015. Disponível em: <https://posgraduacao.ufms.br/portal/trabalho-arquivos/download/4294>. Acesso em 20 de fevereiro de 2018

GOOGLE MAPS. Google maps, 2020. Disponível em: <https://www.google.com/maps/place/Rio+Caveiras>. Acesso em 29 de junho de 2020.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado. **Direito de Águas: disciplina jurídica das águas doces**. São Paulo: Atlas, 2001.

HORA DE SANTA CATARINA. Nsetotal, 2018 "**Biguaçu não pode mais ficar sem esgoto tratado**", afirma prefeito Ramon Wollinger. Disponível em <https://www.nsetotal.com.br>. Acesso em 29 de junho de 2020.

IMA. Geoseuc.ima, 2020. Disponível em <https://www.geoseuc.ima.com.br>. Acesso em 29 de junho de 2020.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P., BUGALLO RODRIGUEZ, A. e DUSCHL, R.A., "**Doing the Lesson**" or "**Doing Science**": Argument in High School Genetics, Science Education, 2000.

KANTER, D.R.; BROWNLIE, W.J. **Joint nitrogen and phosphorus management for sustainable development and climate goals**. Environmental Science and Policy, Elsevier, Ed. 92, p. 1-8. 2019. Disponível em: <https://ceaunesp.org.br/holos/article/viewFile/12315/8242>. Acesso em 29 de junho de 2020.

KLEINKE, R. de C. M. **Aprendizagem significativa: a pedagogia por projetos no processo de alfabetização**. Florianópolis, 2003. 129f. (mestrado em engenharia de Produção – área de concentração: Mídia e Conhecimento) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/84933/192826.pdf>. Acesso em 01 de Fevereiro de 2019

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino de ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

\_\_\_\_\_ **Prática de Ensino de Biologia**. 6.ed. São Paulo: Edusp, 2011.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino de ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

KRASILCHIK, M., & Marandino, m. (2007). Ensino de ciências e cidadania. 2. ed. São Paulo: Moderna.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo, SP: EDUSP, 2008. 197 p.

LANDUCCI, M. Diatomáceas dos rios da bacia hidrográfica litorânea, Paraná, Brasil: Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae e Bacillariophyceae (Achnanthes e Eunotiales). Curitiba, 2001. 141p. Tese (Mestrado em Botânica) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

LEFF. **Epistemologia Ambiental**. 2º. São Paulo: Editora Cortez, 2002.

LEITE J.R.M. **Direito Ambiental na sociedade de risco**. 1º ed. Editora Forense Universitária, 202.

LEMKE, J.L. (1997) **Aprendendo a hablar ciencias: linguagem, aprendizagem y valores**, Paidós, Barcelona.

LEMKE, J. L. (2006). **Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir**. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 24(1), 5–12.

LIEBMANN. **Terra Um Planeta Inabitável**. Rio de Janeiro: Biblioteca de Exército, 1979.

LIMA, V. B; ASSIS, L. F. **Mapeando alguns roteiros de trabalho de campo em Sobral-CE: uma contribuição ao ensino de Geografia**. *Revista da Casa de Geografia de Sobral*, Sobral, v. 6/7, n. 1, p. 109-121, 2005. Disponível em: <http://www.uvanet.br/rcgs/index.php/RCGS/article/view/125/155>. Acesso 16 de Janeiro de 2018

LOCATELLI, R.J., CARVALHO A.M.P. **Uma análise do raciocínio utilizado pelos alunos ao resolverem os problemas propostos nas atividade de conhecimento físico**. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em ciências*. v.7, p.1-18, 2007

MACÊDO, Aline Pereira. **proposta de ensino para professores de Química e de Biologia da educação básica**. 2017. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG: UFU, 2017. Disponível em: <http://bit.ly/2xQDYau>. Acesso em: 28 jun. 2019.

MACIEL FILHO. **Introdução à geologia da engenharia**. 2º ed. Santa Maria: Editora da Universidade Federal de Santa Maria, 1997.

MACHADO, Manuella de Souza; RICARDO, Juan; SUGAI, Juliet Kiyoko; FIGUEIREDO, Maria Santos Reis Bonorino; ANTÔNIO, Regina Vasconcellos; HEIDRICH, Denise Nogueira. **Bioquímica através da animação**. *Extensio: Revista Eletrônica de Extensão*, Florianópolis, v. 1, n. 1, jan. 2004. Disponível em: <http://bit.ly/2LnzL6V>. Acesso em: 5 jun. 2019.

MACHADO, P., S.; RIBEIRO, J., H., C.; SILVA, T., P.; TABER, M.; PASIN, E., B. **Atividades lúdicas relacionadas a questões hídricas: inclusão de abordagens CTS no currículo de Biologia no ensino médio**. *Cadernos da Educação Básica*. Rio de Janeiro, RJ, v.1, n. 2, p. 55-66, 2016.

MAHLER, R.L., COLTER, A. et al. **Nitrate in Groundwater**. University of Idaho - Extension, 2007. Disponível em: [https://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/gabriel\\_nitratos.pdf](https://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/gabriel_nitratos.pdf). Acesso em 28 de junho de 2020.

MARCZWSKI, M.. **Avaliação da percepção ambiental em uma população de estudantes do ensino fundamental de uma escola rural: um estudo de caso**. Porto Alegre, Outubro de 2006. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/8617/000582728.pdf>, acesso em 05 de fevereiro de 2018 as 23:22hrs.

MARQUES, M.R.F. Bioquímica. **A importância biológica da água”; “Os átomos presentes nas biomoléculas”; “Biomoléculas: aspectos gerais”** 1ª. edição revisada. 2014. Editora da UFSC.

MÁRQUEZ, C., IZQUIERDO, M., ESPINET, M. Comunicación Multimodal en la Clase de Ciencias: El Ciclo Del Agua. Enseñanza de las Ciencias, v.21, n.3, p. 371-386, 2003.

MARTINS, E; GUIMARÃES, G. As concepções de natureza nos livros didáticos de ciências. Ensaio. México, v. 4, n. 2, p. 1-14, dez. 2002.

MARTINS, A.S. **Influência de produtos de higiene pessoal e limpeza na concentração de sólidos totais, DBO, DQO, nitrogênio total e fósforo total do esgoto doméstico.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal De Uberlândia Faculdade De Engenharia Civil. Uberlândia, 2018. Disponível em: [https://cea-unesp.org.br/holos/article/viewFile/12315/8242](https://cea.unesp.org.br/holos/article/viewFile/12315/8242). Acesso em 29 de junho de 2020.

MARTINS JUNIOR. **Avaliação dos efeitos ambientais.** Dissertação (Mestrado Biologia) ICB – UFG, Goiânia, 2001.

MELVILLE, W.; FAZIO, X.; BARTLEY, A.; JONES, D. Experiência e reflexão: **A capacidade dos professores de ciências de formação inicial para o ensino da investigação.** Journal of Science Teacher, v.19, n.5, p.477-94, 2008.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 1.469, de 29 de dezembro de 2000.** Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/> . Acesso em 29 de junho de 2020.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA (MME). Departamento Nacional da produção Mineral, Projeto Radam Brasil. Folha SC21 – **Juruena, Levantamento dos Recursos Naturais.** Rio de Janeiro, MME, DNPM, 1980.

MOREIRA e MARCO A. **Aprendizagem significativa.** Brasília: Editora da UnB, 1999, p.129.

MOREIRA e MARCO A. **Teorias de aprendizagem.** – 2. ed. ampl. - São Paulo: EPU, 2011

MOREIRA e MARCO A. **Teorias de Aprendizagens.** EPU, São Paulo, 1995. Disponível Em: <https://www.infoescola.com/pedagogia/teoria-de-aprendizagem-de-ausubel>.

MOREIRA, MARCO A. **Teorias de Aprendizagem. 3. Ed. São Paulo:** Editora Pedagógica e Universitária, 2009.

MORIN, E.; CIURANA, E., R.; MOTTA, R., D. O método. **Estratégias para o conhecimento e a ação num Caminho que se Pensa.** In: Educar na era planetária: O pensamento complexo como Método de aprendizagem no erro e na incerteza humana. São Paulo: Cortez, cap. 1, p. 17- 40, 2003.

NOVAK, J. D. **Uma teoria de educação.** São Paulo, 1981: Editora Pioneira.

OTALARA, A., P.; CARVALHO, L., M. **O tema água nos livros didáticos de ciências da natureza, o cotidiano (global – local) e as questões ambientais.** VI Encontro “Pesquisa em

Educação Ambiental”. A pesquisa em educação ambiental e a pós-graduação no Brasil. Ribeirão Preto, 2011.

PASSERIA, M., G.; AIRES, R., M.; ROCHA, M., B. Reelaboração discursiva de um texto de divulgação científica sobre crise hídrica em um livro didático de ciências. **Ensino, saúde e ambiente**. Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 142-162, 2017.

PAULO FREIRE. **Educação transformadora** Disponível em: <https://pt.slideshare.net/wilfelix5/educacao-transformadora>. Acesso em: 12 de fevereiro de 2020.

PEDASTE, M. et al. **Fases da aprendizagem baseada na investigação**: Definições e o ciclo de investigação. Revisão de pesquisa educacional, p.47-61, 2015.

PETTS, G.; CALOW, P. Rio Biota - **Diversidade e Dinâmica**. Ed. Blackwell Science. Oxford, 1996, 257p.

PHILIPPI JUNIOR. **Educação ambiental e sustentabilidade**. 24ª Edição. São Paulo: Editora Manoeleltda, 2005.

PIAGET, J. **La explicación en las ciencias**. Barcelona, Martinez Roca, 1974

PIAGET, J. **A equilibração das estruturas cognitivas**. Zahar Editores, Rio de Janeiro, 1976.

PIAGET, J. **Fazer e Compreender**. Melhoramentos e Editora da USP, 1978.

PIGNATI, W; OLIVEIRA, N. P.; SILVA, A. M. C. **Vigilância aos agrotóxicos**: quantificação do uso e previsão de impactos na saúde-trabalho-ambiente para os municípios brasileiros. Ciênc. saúde coletiva [online]. vol.19, n.12, pp.4669-4678. 2014. Acesso em 29 de junho de 2020.

PINTO, E. **Geopolítica da água**. Revista de Geopolítica. Natal, v.8, n.1, p. 19-32, 2017.

PISA. Disponível em: <<http://www.compareyourcountry.org/pisa/country/BRA?lg=en>>. Acesso em: 15. Fev. 2019.

PORTAL DA QUALIDADE DAS ÁGUAS (portalpnqa). **Panorama do enquadramento dos corpos da água**, 2007. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/publicacao/>. Acesso em 28 de junho de 2020.

PORTAL SÃO FRANCISCO, **cloretos.**, 2020. Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/quimica/cloretos>. Acesso em 29 de junho de 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BIGUAÇU. Biguá, 2020. Disponível em: <https://bigua.atende.net>. Acesso em 29 de junho de 2020.

QUIMICAEMPRACTICA, Santos, K. T. 2017. **Indicador ácido-base de repolho roxo**. Disponível em: <https://quimicaemp pratica.com/indicador-acido-base-de-repolho-roxo/>. Acesso em 11 de maio de 2020.



ROMA, V. N. & MOTOKANE, M. T. Classificação Biológica nos Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio. **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino em Ciências**. Florianópolis, Santa Catarina, p. 01-12, 2007.

ROSSASI, L. B.; POLINARSKI, C. A. **Reflexões sobre metodologias para o ensino de biologia: uma perspectiva a partir da prática docente**. Porto Alegre: Lume UFRGS, 2011. Disponível em: [http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes\\_pde/artigo\\_lucilei\\_bodanze\\_rossasi.pdf](http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_lucilei_bodanze_rossasi.pdf). Acesso em 17 de Fevereiro, 2017

SANTA CATARINA. **Bacias hidrográficas do estado de Santa Catarina: Diagnóstico Geral**. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Florianópolis ICEPA, 1997.

SANTOS, A. H.; SANTOS, H. M. N.; SANTOS-JUNIOR, B.; SOUZA, I. S.; FARIA, T. L. As dificuldades encontradas no ensino de ciências naturais em escolas municipais do sul de Sergipe e o processo de formação continuada. **Anais do IV Seminário Internacional Sobre a Profissionalização Docente**. Curitiba, Paraná, p. 15393 – 15405, 2013.

SANTOS, A. H.; SANTOS, H. M. N.; SANTOS-JUNIOR, B.; SOUZA, I. S.; FARIA, T. L. **As dificuldades encontradas no ensino de ciências naturais em escolas municipais do sul de Sergipe e o processo de formação continuada**. Anais do IV Seminário Internacional Sobre a Profissionalização Docente. Curitiba, Paraná, p. 15393 – 15405, 2013.

SANTOS, R., S.; CARVALHO, A., G. **Educação quilombola no polo regional de Porto Nacional – TO: experiências pedagógicas na Comunidade Malhadinha – Brejinho de Nazaré – TO**. Revista de Estudo e Pesquisa em Educação. Juiz de Fora, v. 19, n. 2, 2017.

SANTOS, J. O. et al **A qualidade da água para o consumo humano: Uma discussão necessária**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental - RBGA, Pombal - PB, v. 7, n. 2, p. 19-26, abr./jun. 2013.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica, ensino por Investigação e Argumentação: relações entre Ciências da Natureza e Escola**. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v.17, n.espec, 2015.

SASSERON, L. H., CARVALHO, A. M. P. **Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin**. *Ciência e Educação (UNESP)*, v.17, p.97 - 114, 2011.

SASSERON, Lúcia Helena; DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. **Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica**. *Investigações em ensino de ciências*, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011

SASSERON, L. H., CARVALHO, A. M. P. **Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo**. *Investigações em Ensino de Ciências (UFRGS)*, v.13, p.333 - 352, 2008.

SÁ, L. L. C. et al. **Qualidade microbiológica da água para consumo humano em duas áreas contempladas com intervenções de saneamento** - Belém do Pará, Brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 14, n. 3, p. 171180, 2005.

SENADO FEDERAL. **Coleção ambiental. Educação ambiental.** Política Nacional de Educação Ambiental Brasília, 1999. Atualizado em 2015. Disponível em: <[https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/509141/educacao\\_ambiental\\_1ed.pdf?sequence=1](https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/509141/educacao_ambiental_1ed.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 26, junho de 2020.

SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. **Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências - um estudo com alunos do ensino fundamental.** Ciência & Educação, v.10, n.1, p.133-147, 2004.

SÉRÉ, M-G., Coelho, S. D., & Nunes, A. D. (2003). **O papel da experimentação no ensino da física.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 20(1), 30–42.

SILVA, I., G., S., S; CLEOPHAS, M., G. **Uma proposta de trabalho interdisciplinar sobre a água: o caso da flexquest “o fluido da vida”.** X Congresso Internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. Sevilla, 2017.

SILVA, J. N.; GHILARDI-LOPES, N. P. Botânica no Ensino Fundamental: **diagnósticos de dificuldades no ensino e da percepção e representação da biodiversidade vegetal por estudantes de escolas da região metropolitana de São Paulo.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v.13, n.2, p.115-36. 2014. Disponível em: <https://cea-unesp.org.br/holos/article/viewFile/12315/8242>. Acesso em 29 de junho de 2020.

SILVA, L.P. **Hidrologia, Engenharia e Meio Ambiente.** Elsevier. ed.1, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://cea-unesp.org.br/holos/article/viewFile/12315/8242>. Acesso em 29 de junho de 2020.

SILVA, M.A.; et al. **Reflexos do uso da terra na qualidade da água da bacia hidrográfica do córrego Taboão, Guarulhos (SP).** Revista UNG – Geociências, Guarulhos-SP, v. 16, n. 1, p. 69-86, 2017. Disponível em: <https://cea-unesp.org.br/holos/article/viewFile/12315/8242>. Acesso em 29 de junho de 2020.

SILVA, T.T.; et al. **Monitoramento da Qualidade da Água da Foz do Rio Santa Maria da Vitória e da Baía de Vitória – ES, Por Meio de Estudos Sistemáticos de Parâmetros Físico-Químicos e Biológicos.** Rev. Virtual Quim. V. 10, N. 5. 2018. Disponível em: <https://cea-unesp.org.br/holos/article/viewFile/12315/8242>. Acesso em 29 de junho de 2020.

SILVA, R. **Tema água: uma contribuição para o desenvolvimento de percepções, questionamentos e compromissos sociais.** Brasília: UnB. 2016. 144 p. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/22147/1/2016\\_RaimundaLeilaJos%c3%a9daSilva.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/22147/1/2016_RaimundaLeilaJos%c3%a9daSilva.pdf)>. Acesso em: 4 de maio. 2020.

SILVA, T., R; SILVA, B., R. **Reflexões sobre a abordagem de ciclos biogeoquímicos no ensino em ciências: considerações para um enfoque em CTS.** Revista do Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica. Universidade Federal do Piauí, Teresina, v. 5, n. 2, p.5-18, 2017.

SILVEIRA, L. B. B., Correa, T. M., Broietti, F. C. D., & Stanzani, E. L (2015). **Percepções de estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental sobre Ciências Naturais.** Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, 10(2), 73–88.

SCARPA, D. L.; SILVA, M. B. **A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades.** In: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.) *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula.* São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap.8, p.129-52.

SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. **Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências.** *Ciência & Educação*, v.10, n.1, p.133-147, 2004.

SPERLING, M. von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3.ed. Belo Horizonte: UFMG/Departamento de Engenharia Sanitária, 2005.**  
<http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/8/1/33.pdf>. Acesso em 28 de junho de 2020.

SOARES, D.F.; FARIA, A.M.; ROSA, A.H. **Análise de risco de contaminação de águas subterrâneas por resíduos de agrotóxicos no município de Campo Novo do Parecis (MT), Brasil.** *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*. vol.22, n.2, p.277284, 2017.  
Disponível em: <https://cea-unesp.org.br/holos/article/viewFile/12315/8242>. Acesso em 29 de junho de 2020.

TEITELBAUM, K; APPLE, M. John Dewey. *Currículo sem Fronteiras*, v. 1, n. 2, p. 194-201, 2001. **Recursos hídricos: uma proposta de estudo da água e de ações para fortalecimento e inserção dos alunos na política ambiental do Colégio Estadual .**

TEIXEIRA, Izabella. **Portaria nº437, de 8 de novembro de 2013.** Cnrh, 2013 Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/documentos/1699-novo-regimento-interno-cnrh>. Acesso em 28 de junho de 2020.

TEJERINA-GARRO et al, 2005 apud GUIMARÃES, 2009 **Uma proposta em recursos hídricos que promovem uma intensa degradação desse ecossistema.**

TEJERINA-GARRO, F. L., MALDONADO, M., IBAÑEZ, C., PONT, D., ROSET, N., OBERDORFF, T., 2005. **Efeitos das mudanças ambientais naturais e antropogênicas no rio em efishassembles:** uma estrutura para avaliação ecológica de rios.

TOZI, S.C.; MASCARENHAS, A. L.; PÓLEN, R. **Água, conflitos e política ambiental na Amazônia Legal brasileira.** *Revista NERA*, ano 21, n. 41, p. 228-255, Dossiê. 2018.

USOS DA ÁGUA. **Conjunturas recursos hídricos Brasil**, 2019. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/Capitulo3.a73bfd1c.pdf>. Acesso em 28 de junho de 2020.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 1998. Disponível em: <http://escolhidaparaserpedagoga.blogspot.com/2018/05/aula-06.html>. Acesso em 12 de maio de 2020.

VIGOTSKY, L.S. **A Formação Social da Mente.** São Paulo, Martins Fontes, 1984. Disponível em: <http://escolhidaparaserpedagoga.blogspot.com/2018/05/aula-06.html>. Acesso em 12 de maio de 2020.

VIVEIRO, A. A.; DINIZ, R. E. da S. **Atividades de campo no ensino das ciências e na educação ambiental**: refletindo sobre as potencialidades desta estratégia na prática escolar. **Ciência em Tela**, v.2 n. 1, 2009.

WMSHOWDEBOLA, 2011. **Copa biguaçu de futebol**. Disponível em: <http://www.wmshowdebola.com/2011>. Acesso em 29 de junho de 2020.

ZABALA, A.. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998. 224 p.



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA

# Investigando o impacto ambiental urbano em recursos hídricos: uma proposta de Sequência Didática para o ensino médio.

## Guia do Professor e Material do Estudante

Este produto educacional faz parte do Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) de Márcia Marli Hasckel



O Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) de Márcia Marli Hasckel foi desenvolvido no âmbito do Programa de Mestrado Profissional de Ensino em Biologia (PROFBIO) da Universidade Federal de Santa Catarina, junto ao Departamento de Bioquímica do Centro de Ciências Biológicas, sob a orientação da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Maria Risoleta Freire Marques e contou com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (CAPES)



O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) Código de Financiamento 001.

# SUMÁRIO

<b>1 – Apresentação da Sequência Didática (SD)</b> .....	<b>01</b>
<b>2 – Etapas da Sequência Didática (SD)</b> .....	<b>02</b>
<b>3 – Material do estudante - Bloco A: Atividades anteriores à saída a campo</b> .....	<b>03</b>
3.1 – <i>Falando sobre a água</i> .....	04
3.2 – <i>Conhecendo o Rio Caveiras</i> .....	05
3.3 – <i>Elaborando o Mapa da Saída à Campo</i> .....	08
<b>4- Material do estudante – Bloco B: Guia de Saída à Campo</b> .....	<b>11</b>
4.1 – <i>Preparando a saída à campo: Roteiro Geral</i> .....	12
4.2 – <i>Conhecendo o Rio in loco</i> .....	13
4.3 – <i>Coletando amostras e registrando os primeiros dados</i> .....	14
<b>5 - Material do estudante – Bloco C: Análise das amostras no laboratório</b> .....	<b>18</b>
<b>6- Material do estudante – Bloco D: Conclusões</b> .....	<b>19</b>
<b>7 – Material Complementar do Professor: Orientações para cada uma das etapas da Sequência Didática (SD)</b> .....	<b>20</b>
<b>8- Considerações Finais</b> .....	<b>33</b>
<b>9 – Referências Bibliográficas</b> .....	<b>34</b>

## 1. APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA - SD

Esta Sequência didática (SD) foi elaborada e faz parte do trabalho de conclusão de Mestrado (TCM) de Márcia Marli Haskel, realizado no âmbito do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (ProfBio), e contou com o apoio financeiro da coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

No contexto da proposta do referido TCM, a SD foi desenvolvida como uma prática educativa, incluindo estratégias de metodologia ativa, com o objetivo de contribuir para a abordagem da disciplina de Biologia de forma integrada a uma ação de Educação Ambiental (EA), voltada para os estudantes do Ensino Médio.

Dado o aumento significativo dos impactos ambientais, principalmente devido a ações antrópicas em Recursos Hídricos, relacionado ao crescimento desordenado das cidades, a qualidade da água desses recursos naturais tem sido afetada de forma significativa, ocasionando prejuízos à fauna e flora aquáticas, e à saúde humana. Dessa forma, a proposta aqui apresentada visou, a partir de uma Sequência Didática (SD), estimular a participação e discussão dos estudantes sobre esse tema, contribuindo para o ensino-aprendizagem e para uma reflexão crítica. Ao longo da SD, foram sugeridas atividades visando permitir uma reflexão sobre como estamos utilizando esses recursos hídricos naturais, focando principalmente no local onde a escola encontra-se inserida, de modo a aproximar essa questão do cotidiano do estudante, e, buscar discutir como é possível em pequenas ações propor um uso mais racional e buscar contribuir para a conservação desses recursos. Assim sendo, a SD aqui apresentada focou como seu objeto investigativo o mapeamento, reconhecimento, e estudo de um recurso hídrico situado nas proximidades da Escola Professor Alexandre Sérgio Godinho, localizada no bairro Carandaí, área urbana do município de Biguaçu-Santa Catarina – Brasil: o Rio Caveiras.

A SD aqui proposta focou no Rio Caveiras como um estudo de caso, mas pode ser utilizada e adaptada para outros recursos hídricos, igualmente contextualizados dentro do cotidiano dos estudantes de outras escolas. Cabe salientar ainda que a SD aqui proposta, além de procurar abarcar a premissa de contextualizar a atividade investigativa em um recurso hídrico integrante do cotidiano do estudante, procurou também aliar o emprego de estratégias que permitem o uso de tecnologias móveis, como parte integrante de algumas das atividades nela previstas. O conjunto das atividades previstas nas diferentes etapas da SD foi organizado e detalhado para que professores possam utilizar a SD como instrumento em sua prática pedagógica. Este material estará disponível para cópia e uso em salas de aula.

Finalmente, cabe salientar que a SD aqui proposta permite, potencialmente, sua realização dentro de um contexto interdisciplinar, com a participação não somente da Biologia, mas, também da Química, Geografia, Sociologia, História, em algumas das atividades nela propostas. Dessa forma, oferece, além da possibilidade de interdisciplinaridade, o potencial de um projeto integrado dentro do ambiente escolar, inclusive a médio e longo prazo, o que permitiria o acompanhamento e a avaliação de eventuais ações voltadas para minimizar impactos sobre o recurso hídrico em foco. Além disso, acreditamos que a realização da SD da forma contextualizada aqui sugerida abre real possibilidade para a formação e o exercício da cidadania.

## 2.ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA - SD:

### “Investigando o Impacto Ambiental Urbano em Recursos Hídricos”

**Objetivo geral:** Integrar os conteúdos de Biologia a uma ação de Educação Ambiental (EA).

A sequência didática (SD) foi desenvolvida em 4 etapas, conforme a tabela:

Etapas	Objetivos específicos	Avaliação	Estratégias de ensino	Duração
Etapa 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compartilhar a proposta de trabalho com os alunos;</li> <li>- Levantar o conhecimento prévio dos estudantes em relação aos recursos hídricos e sua importância;</li> <li>- Preparar material para a saída de campo.</li> </ul>	Participação dos estudantes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Propor um trabalho interdisciplinar</li> <li>- Levantar o conhecimento prévio dos estudantes;</li> <li>- Produção textual para saber o que os estudantes conhecem sobre recursos hídricos; Aula expositiva e dialogada;</li> <li>- Mapear o que vai sendo apresentado e proposto; Trabalho em grupo;</li> <li>- Discussão; Uso de tecnologias móveis; Investigação; Preparar materiais para a saída de campo.</li> </ul>	6h/aula
	<p><b>Atividades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- O professor (ou professores, se for o caso de um trabalho interdisciplinar) deve apresentar ou problematizar em uma roda de conversa o que será estudado;</li> <li>- Escrever um texto sobre o tema: Investigando o impacto ambiental urbano em recursos hídricos, para avaliar o conhecimento prévio dos estudantes. Essa produção aponta os saberes dos alunos e dá pistas para que o professor possa melhor intervir no processo de aprendizagem;</li> <li>- Compartilhar os textos produzidos com o grupo como um todo em uma discussão. Nessa etapa os alunos conversam sobre o que conhecem do que será trabalhado;</li> <li>- Definir junto aos alunos as diversas atividades que serão desenvolvidas;</li> <li>- Organizar junto com a turma um plano de ação, anotando em um cartaz cada etapa da proposta;</li> <li>- Refletir sobre a importância de um recurso hídrico preservado e quais os benefícios dele para os seres vivos que nele habitam e para a comunidade vizinha;</li> <li>- De posse do mapeamento dos alunos- informações preciosas que vão apontar o conhecimento prévio da turma, o professor elabora um conjunto de atividades, incluindo leituras, e pesquisas, das formas mais diversas possíveis. É fundamental oferecer aos alunos bons e variados textos e sites confiáveis para pesquisas, juntamente, quando se trata de recursos hídricos e promover uma saída a campo;</li> <li>- Divisão da turma em grupos para uma saída de campo.</li> <li>- Levantamento de informações sobre o recurso hídrico alvo de estudo, e preparação do material que será utilizado na saída de campo e pós-saída de campo.</li> </ul>			
Etapa 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar que fatores ambientais são indicadores de poluição;</li> <li>- Refletir sobre a importância da preservação dos recursos hídricos para todos os seres vivos que direta ou indiretamente dependem dos rios.</li> </ul>	Participação dos estudantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de tecnologias móveis;</li> <li>- Registrar as informações da visita <i>in loco</i>.</li> <li>- Realizar coletas de amostras de água para análises</li> </ul>	5h/aula
	<p><b>Atividades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Saída de campo <i>in loco</i> ao recurso hídrico em questão;</li> <li>- Anotações das observações realizadas na saída a campo;</li> <li>- Coleta de dados através de metodologias ativas;</li> <li>- Coleta de amostras de água para futuras análises (pH, cor, odor, turbidez, material floculado, sedimentos, coliformes totais, nitritos e nitratos).</li> </ul>			
Etapa 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistematizar as informações e registros coletados da visita <i>in loco</i>;</li> <li>- Análises das amostras de água coletadas</li> </ul>	Participação dos estudantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discussão com o grande grupo para um alinhamento dos dados coletados;</li> <li>- Preparação do trabalho em grupo;</li> <li>- Pesquisa em livros e sites com o uso de tecnologias móveis.</li> </ul>	6h/aula
	<p><b>Atividades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Organizar os resultados da análise e da pesquisa;</li> <li>- Realizar os experimentos e análises com as amostras de água coletadas;</li> <li>- Representações dos dados coletados;</li> </ul> <p>Integrar por meio da análise dos dados obtidos a relação dos conteúdos com o cotidiano dos estudantes.</p>			
Etapa 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentação dos trabalhos e demais materiais produzidos;</li> <li>- Buscar alternativas para melhoria do recurso hídrico em questão.</li> </ul>	Participação dos estudantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentação os trabalhos em grupo;</li> <li>- Discussão final</li> <li>- Planejar ações para propor junto à Câmara Municipal projetos de melhorias para o recurso hídrico em questão.</li> </ul>	4h/aula
	<p><b>Atividades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentar o material produzido por cada um dos grupos para o grande grupo.</li> <li>- Discussão final conjunta dos resultados da pesquisa realizada, de forma a abordar os impactos ambientais urbanos em recursos hídricos.</li> <li>- Promover a discussão de alternativas para melhorar a qualidade do rio</li> </ul>			

Fonte: da autora





# Material do **estudante**



# *Atividades* **ANTERIORES À SAIDA DE CAMPO**



# Atividades ANTERIORES À SAIDA DE CAMPO

## ATIVIDADE 1 FALANDO SOBRE A ÁGUA

**Observação:** Dependendo da turma/ano do ensino médio seria interessante trazer os conceitos da natureza química da água e suas propriedades como início da conversa, bem como o ciclo da água.

- COMO E QUANDO USAMOS A ÁGUA?
- POR QUE PRECISAMOS DA ÁGUA?
- QUAL A SUA IMPORTÂNCIA PARA OS ORGANISMOS VIVOS?
- POR QUE OS ORGANISMOS VIVOS PRECISAM DE ÁGUA?
- ONDE ESTÁ E DE ONDE VEM A ÁGUA?
- DE ONDE VEM A ÁGUA QUE USAMOS EM CASA E NA ESCOLA?
- A QUALIDADE DA ÁGUA É SEMPRE A MESMA?
- A QUALIDADE DA ÁGUA PODE MUDAR?
- O QUE PODE MUDAR A QUALIDADE DA ÁGUA?



# Atividades ANTERIORES À SAIDA DE CAMPO



## ATIVIDADE 2 CONHECENDO O RIO CAVEIRAS

Preparação da saída em campo para coleta in loco



**1.1 - O RIO CAVEIRAS NO ESTADO DE SANTA CATARINA  
O PROFESSOR DEVE MOSTRAR UM MAPA de Santa Catarina que inclua o rio Caveiras, ou usar o Google Earth, de modo que o estudante consiga:**

- 1- Localizar geograficamente e apropriadamente o rio;
- 2- Identificar o seu curso (da nascente à foz);
- 3- Identificar a seção do rio que se encontra dentro ou próxima dos limites da cidade; na qual reside e/ou na qual a escola se encontra;
- 4- identificar a bacia hidrográfica da qual ele faz parte;
- 5- observar a sua relação com outros rios da bacia hidrográfica;
- 6- observar, se possível, a relação do curso do rio com algum acidente geográfico, ou tipo de bioma.

### **1.2 – O QUE SABEMOS DA IMPORTANCIA E DA HISTÓRIA DO RIO CAVEIRAS NA CIDADE/ NO BAIRRO?**

Os estudantes devem construir um painel com informações sobre o rio, a partir de pesquisas em sites indicados pelo professor, ou visitas ao acervo histórico da cidade (se tiver), ou a partir de entrevistas com os pais, parentes, ou vizinhos

### **1.3 - COMO ESTÁ A ÁGUA DO RIO CAVEIRAS?**

A partir dessa pergunta o professor pode propor a investigação (analisar amostras de água coletadas no rio), sendo a primeira etapa a elaboração de um mapa do local onde vão ser realizadas as coletas

## INFORMAÇÕES GERAIS | Ficha 01



**1)** A qual bacia hidrográfica pertence o Rio Caveiras?

**2)** Onde se localiza a nascente do Rio Caveiras?

**3)** Onde se localiza a sua foz? Onde ele desagua?

**4)** O Rio Caveiras tem ligação com outros rios? Ou com cursos d'água menores? Quais?

**5)** O Rio Caveiras esta inserido em (ou se relaciona com) algum tipo de bioma?

**6)** O que você descobriu sobre o Rio Caveiras, sua importância e/ou sua historia?

# RIO CAVEIRAS

## ELABORANDO UM MAPA COM INDICAÇÃO DOS PONTOS DAS COLETAS DE AMOSTRAS DE **ÁGUA**

### FICHA 02 + Mapa do Local de Estudo

**Elaborar um mapa esquemático com as indicações dos pontos selecionados para as coletas de amostras de água:**

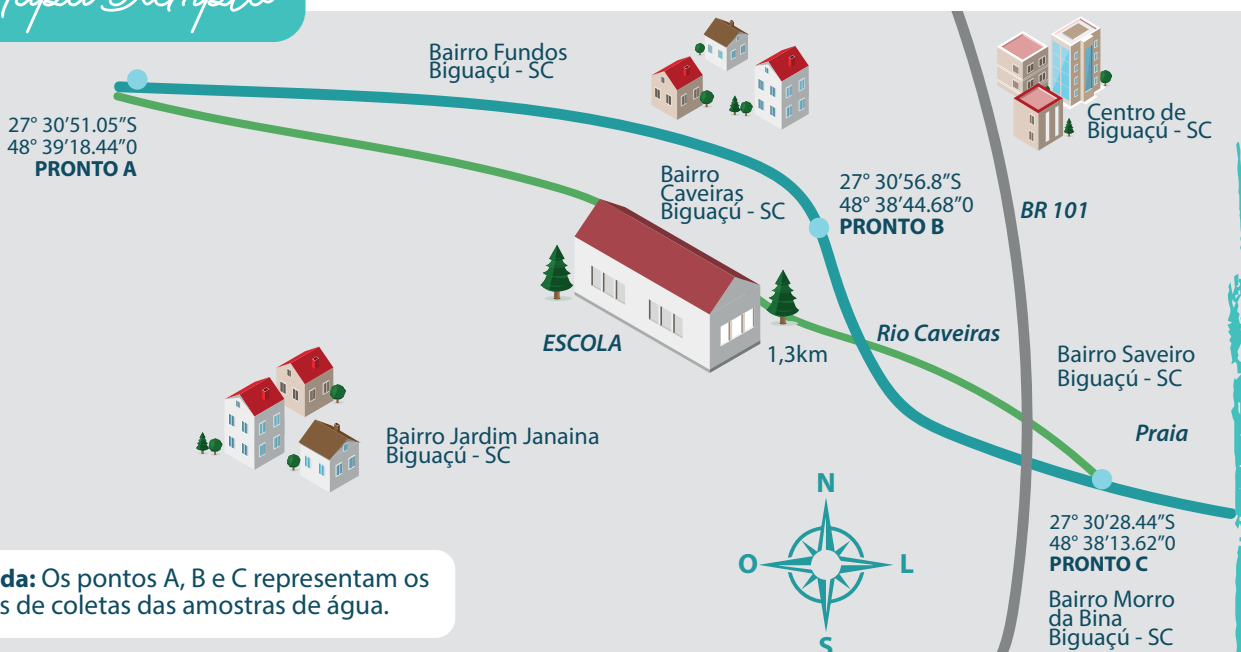
LEMBRAR DE:

- Incluir a localização geográfica;
- Incluir pontos/referências importantes ao longo do percurso, e/ou próximos aos locais de coleta;
- Indicar os pontos de coleta, incluído uma identificação para cada um deles:

**PONTO A** - ponto na seção mais a montante (mais próximo à nascente)

**PONTO B** - ponto na seção mais a jusante (mais próximo à foz)

### Mapa exemplo



**Legenda:** Os pontos A, B e C representam os pontos de coletas das amostras de água.

# Mapa do Local de Estudo





# *Anotações*





# Guia de Saída a Campo

Nome:



# ROTEIRO GERAL

## Preparando a saída a campo para coleta de amostras de água

### rio caveiras

### Informações Gerais

DATA DA SAÍDA A CAMPO: \_\_\_\_\_

PERÍODO: \_\_\_\_\_

HORÁRIO: \_\_\_\_\_

LOCAL: \_\_\_\_\_

**OBJETIVO:** Coleta de dados e de amostras de água a campo para aprofundar o estudo sobre importância dos recursos hídricos para os organismos vivos, inclusive o ser humano.

### ORIENTAÇÕES GERAIS PARA A SAÍDA A CAMPO

A atividade vai ser muito interessante e vamos aprender bastante! Vai ser também uma atividade muito divertida, mas, vamos ter que realizá-la com responsabilidade, atenção e muita organização! Fique atento às orientações aqui no Guia de Saída a Campo e aproveite para esclarecer antecipadamente todas as suas dúvidas com o professor! A saída a campo começa antes mesmo de ela acontecer.....Ela começa de fato na sala de aula, com a preparação do material necessário, e com o planejamento prévio da atividade.

### MATERIAL PARA A COLETA DAS AMOSTRAS

*Preparar com antecedência o material necessário. Cada grupo deverá estar equipado com seus próprios instrumentos e material para realizar as observações, coletas, e registros de dados e amostras.*

- ★ Mapa do local (previamente elaborado) e Guia ou Roteiro Geral da Saída a Campo;
- ★ Material para realizar os registros e as anotações: caderno de campo (ou folhas de papel), e fichas (disponibilizadas pelo professor), além de lápis e caneta;
- ★ Prancheta (ou semelhante), como superfície de apoio para realizar as anotações;
- ★ Luvas de látex;
- ★ Frascos (vidro ou plásticos de polietileno) (capacidade 1500 mL) devidamente higienizados, e com tampa (no caso serem incluídas análises microbiológicas, os frascos devem ter sido esterilizados previamente);
- ★ Etiquetas para identificação dos frascos;
- ★ Termômetro;
- ★ Fitas, ou reagente para medição de pH;
- ★ Papel alumínio para envolver os frascos, após a coleta;
- ★ Caixa de isopor (ou equivalente) com gelo para manter as amostras resfriadas;
- ★ Câmera fotográfica (pode ser a do próprio celular)

### MATERIAL INDIVIDUAL

- Roupas leves e de cor clara (calça e camiseta com manga);
- Boné, ou chapéu;
- Protetor solar;
- Repelente de insetos;
- Calçado fechado e confortável (de preferência bota), ou tênis (se possível calçado à prova d'água);
- Garrafa com água potável.

**Observação:** Comida leve (como frutas, por exemplo), e bebida (água, ou suco, preferível ao invés de refrigerante) para um piquenique ao término da saída a campo.

### NORMAS GERAIS E CUIDADOS ATENÇÃO!

Quando estivermos a campo, caminhe e permaneça sempre junto com o grupo, como um todo! Escute e siga as instruções dos professores que estarão com o grupo durante toda a saída a campo!

Lembre-se de registrar as suas observações por escrito! Evite correr, falar alto, ou comer durante o percurso.



## CONHECENDO MAIS O RIO CAVEIRAS

### orientações e roteiro das atividades a campo

#### OBJETIVOS:

- 1) Realizar observações a campo sobre o Rio Caveiras, a partir de três locais distintos, previamente estabelecidos, ao longo do seu curso;
- 2) Caracterizar esses locais a partir do registro a campo de dados e informações decorrentes dessas observações;
- 3) Coletar amostras de água do Rio Caveiras, nos locais previamente estabelecidos, a saber:
  - LOCAL A – próximo à nascente (mais a montante).
  - LOCAL B – próximo à praia (mais a jusante).
  - LOCAL C – entre os locais A e B

## Tarefas

### TAREFA 1 | CARACTERIZAR OS LOCAIS DE COLETA A PARTIR DE OBSERVAÇÕES REALIZADAS *IN LOCO*

Observar atentamente o local no qual vai ser realizada a coleta da amostra de água, incluindo o seu entorno. Como guia basear as observações nos aspectos e nas perguntas contidas nas fichas para cada um dos locais previamente determinados (Local A, Local B e Local C).

Registrar por escrito as observações realizadas nas respectivas fichas. Caso observe algum aspecto adicional que julgar interessante, e/ou importante no seu estudo a campo, utilize o espaço extra das fichas para realizar o seu registro. Complementar, se possível, suas observações com registros fotográficos do local.

### TAREFA 2 | COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

#### Observações

A - o procedimento da coleta deve ser realizado conforme orientação prévia do professor, e sob sua supervisão.

B - lembrar de usar luvas.

C - registrar os dados gerais de identificação da amostra e também o horário da realização da coleta.

D - no momento da coleta, registrar os dados relativos à temperatura, turbidez e pH, (se possível).

- Antes da coleta, caso seja possível, registrar a temperatura da água diretamente no local, conforme a orientação do professor;
- Ao coletar a amostra, imediatamente observar se a mesma apresenta, ou não, algum grau de turbidez. Registrar a sua observação.
- Em seguida, medir o pH. Registrar o valor observado.
- Fechar o frasco.
- Manter a amostra coletada ao abrigo da luz e resfriada.



# Amostra de água coletada

LOCAL DA COLETA DA AMOSTRA:

COORDENADAS DO LOCAL DA COLETA (AMOSTRAGEM):

DATA DA COLETA:

HORA DA COLETA:

IDENTIFICACAO DA AMOSTRA:

GRUPO QUE REALIZOU A COLETA:

REGISTRE NA TABELA OS DADOS OBTIDOS NO MOMENTO DA COLETA.

## Amostra:

TEMPERATURA

Data:

COR

Data:

TURBIDEZ

Data:

pH  
(Método utilizado)

## Observações




# Rio Caveiras

Local **A**: Próximo à nascente (mais a montante)

Ficha 01



*coleta*

Coletar amostras de água o mais próximo possível da nascente do Rio Caveiras, conforme as orientações previamente recebidas. Anotar no mapa qual o local em que a amostra de água foi coletada e o horário. Identificar o recipiente com a amostra com base no local da coleta.

## Observe o entorno do local da coleta na proximidade da nascente (mais a montante) e registre as suas observações:

- Há vegetação presente nesse ponto mais próximo à nascente? Em caso afirmativo, essa vegetação apresenta-se abundante ou escassa?
- Qual o tipo de vegetação encontrada às margens do Rio Caveiras nesse local?
- Foi possível visualizar/ detectar a presença de animais (aquáticos ou terrestres) no Rio Caveiras, ou nas suas margens, nesse local? Em caso afirmativo, que tipos, ou quais?
- Qual o aspecto, ou a situação geral das margens do Rio Caveiras nesse local? Como a mesma poderia ser descrita?
- Qual o aspecto geral e o odor da água do Rio Caveiras nesse local?
- Qual o aspecto geral do local como um todo e do seu entorno?

## Observações


# Rio Caveiras

Local **B**: Próximo à escola

Ficha 02



*coleta*

Coletar amostras de água nessa seção do curso do Rio Caveiras, entre a escola e a BR 101, no lado esquerdo no sentido Norte. Observar as orientações previamente recebidas.

Anotar no mapa qual o ponto em que a amostra de água foi coletada e o horário. Identificar o recipiente com a amostra com base no local da coleta

## Observe o entorno do local da coleta e registre as suas observações:

- Há vegetação presente? A vegetação é abundante ou escassa nesse local da coleta de amostra? Qual o tipo de vegetação encontrada às margens do Rio Caveiras nesse local?
- Foi possível visualizar/ detectar a presença de animais (aquáticos, ou terrestre) no leito, ou nas margens do Rio Caveiras nesse local? Em caso afirmativo, que tipos, ou quais?
- Qual o aspecto, ou a situação geral das margens do Rio Caveiras nesse local? Como a mesma poderia ser descrita?
- Qual o aspecto geral e o odor da água do Rio Caveiras nesse local?
- Qual o aspecto geral do local da coleta e do seu entorno?
- Há registro observável de ocupação humana próximo a esse local da coleta? Em caso afirmativo, como poderia ser descrito?

## Observações

---

---

---

---

---

---

---

---

# Rio Caveiras

Local C: Próximo à praia (a Jusante)

Ficha 03



*coleta*

Coletar amostras de água do Rio Caveiras mais a jusante, na seção do rio que vai da BR 101, lado direito no sentido Norte, até a praia, onde o mesmo desemboca. Observar conforme as orientações previamente recebidas. Anotar no mapa qual o local em que a amostra de água foi coletada e o horário. Identificar o recipiente com a amostra com base no local da coleta.

## Observe o entorno do local da coleta próximo à praia (mais a jusante) e registre as suas observações:

- Há vegetação presente nesse ponto mais próximo à praia? Em caso afirmativo, essa vegetação apresenta-se abundante ou escassa?
- Qual o tipo de vegetação encontrada nesse local?
- Foi possível visualizar/ detectar a presença de animais (aquáticos ou terrestres) no Rio Caveiras, ou nas suas margens nesse local? Em caso afirmativo, que tipos, ou quais?
- Qual o aspecto, ou a situação geral do Rio Caveiras nesse local? Como a mesma poderia ser descrita?
- Qual o aspecto geral e o odor da água do Rio Caveiras nesse local?
- Qual o aspecto geral do local como um todo e do seu entorno?

## Observações


# Analizando a amostra de água coletada



GRUPO: \_\_\_\_\_

DATA: \_\_\_\_\_

LOCALIDADE: \_\_\_\_\_

NOME DO RIO: \_\_\_\_\_

LOCAL DA COLETA (AMOSTRAGEM): \_\_\_\_\_

COORDENADAS DO LOCAL DA COLETA (SE DISPONÍVEL): \_\_\_\_\_

DATA DA COLETA: \_\_\_\_\_

HORA DA COLETA: \_\_\_\_\_

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA: \_\_\_\_\_

**Registre na tabela**  
todos os resultados  
obtidos das observações  
e dos experimentos  
realizados.



## Resultados finais

	AMOSTRA DE AGUA COLETADA NO RECURSO HIDRICO AMOSTRA:	AMOSTRA DE ÁGUA UTILIZADA PARA COMPARAÇÃO AMOSTRA:
OBSERVAÇÃO COM MICROSCÓPIO CASEIRO Data:		

## Testes Físicos

COR Data:		
TURBIDEZ Data:		
TEMPERATURA Data:		
PRESENÇA DE SEDIEMNTOS Data:		
MATERIAL FLOCULADO Data:		
ODOR Data:		

## Teste químico

pH Data:		
-------------	--	--





# *Anotações finais*



# Material Complementar do **P**rofessor:

Orientações para cada  
uma das etapas da  
Sequência Didática

## 7. MATERIAL COMPLEMENTAR DO PROFESSOR: ORIENTAÇÕES PARA CADA UMA DAS ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA – SD

“Investigando o Impacto Ambiental Urbano em Recursos Hídricos”

### **Etapa 1: Levantar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação aos recursos hídricos.**

Esta etapa está relacionada com a obtenção de um painel acerca dos conhecimentos prévios dos estudantes e possibilitar a reflexão sobre a importância dos recursos hídricos, para a manutenção da vida na Terra. O professor/professores, no caso de um trabalho interdisciplinar, deve compartilhar/apresentar a proposta de trabalho com os alunos, a partir de uma problematização, trazendo a questão de como, quando e por qual razão fazemos uso da água, de onde ela vem, e de como ela chega até nós. Após a discussão, os estudantes deverão realizar, individualmente, uma produção textual, de no mínimo 05 linhas, sobre o tema: *Qual a importância da água e dos recursos hídricos para a manutenção da vida na Terra?* Para essa atividade poderá ser utilizado o material preparado para o estudante e aqui incluído: *Bloco A – Atividades anteriores à saída a campo, Atividade 1- Falando sobre a água.*

Após a discussão, os estudantes deverão realizar, individualmente, uma produção textual, de no mínimo cinco linhas, sobre o tema: *Qual a importância da água e dos recursos hídricos para a manutenção da vida na Terra?*

Professor, ao ler e corrigir o texto aproveite para completar o levantamento dos conhecimentos prévios levantados na discussão inicial (problematização). Os textos iniciais, produzidos pelos alunos, servirão para que eles apontem de forma clara os conhecimentos que adquiriram durante a vida escolar, ou no ambiente familiar e no seu cotidiano em relação aos recursos hídricos.

Em seguida, os alunos deverão compartilhar seus respectivos textos no grande grupo, sendo a apresentação baseada no texto que produziram individualmente. O professor mediará a discussão no grupo, ao longo das apresentações. Poderá, ainda, escrever no quadro as palavras-chave presentes nos textos apresentados, ou anotar frases que julgar importante, de forma a mapear, assim, o painel geral do conhecimento prévio do grupo, ou de eventuais pontos, ou conceitos que poderão demandar uma revisão, ou complementação ao longo da proposta a ser desenvolvida.

Solicitar aos estudantes a realização de uma pesquisa sobre a importância dos recursos hídricos, a qual poderá ser organizada na forma de um resumo ou esquema. Para auxiliar a pesquisa a ser realizada, e assegurar que a mesma seja efetuada a partir de fontes confiáveis para a elaboração do material para a etapa seguinte, o professor poderá indicar, ou mesmo, apresentar aos estudantes como fonte para consulta: livros, textos e/ou artigos disponíveis em bases de dados de compilação bibliográfica, incluindo, ainda, *sites* de agências reguladoras governamentais, de demais órgãos e secretarias governamentais, e organizações da sociedade civil, voltados para o uso e regulamentação da água e para o meio ambiente, incluindo, ainda, *sites* da prefeitura do município, e do estado.

Na(s) aula(s) expositiva(s) dialogada(s), resgate os elementos trazidos dessa pesquisa por parte dos estudantes, ressaltando a importância dos recursos hídricos para os seres vivos e, conseqüentemente, para a manutenção da vida na Terra.

Atualmente, dada a situação em que se encontram a maior parte dos recursos hídricos se faz necessário trabalhar em sala de aula esse tema e o desenvolvimento do senso crítico a esse respeito. A partir do problema da contaminação ambiental, da falta de uma rede robusta de saneamento básico, e da dificuldade de acesso e/ou falta de água, cabe ao professor criar um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a investigar o tema, e indagar sobre esses problemas no contexto do seu cotidiano. Nesse sentido, é de grande valia que o professor trabalhe o tema de forma interdisciplinar, sempre que possível. A partir disso os alunos terão a oportunidade de analisar a problemática ambiental de vários ângulos, sob o olhar da disciplina de Biologia, aliada à Geografia, História, Sociologia e Química. Caso essa abordagem interdisciplinar mais ampla não seja possível, a SD aqui proposta prevê algumas atividades em que uma contextualização interdisciplinar é possível, a partir das propostas investigativas que a integram, como, por exemplo, investigar o uso de um recurso hídrico local sob uma perspectiva histórica, a partir de registros de órgãos municipais, e/ou de entrevistas com moradores.

No contexto de um trabalho interdisciplinar com as disciplinas citadas, algumas abordagens integradas podem ser sugeridas. O professor de Biologia poderá contribuir com o conhecimento ligado à importância da água para a vida dos seres vivos, e, conseqüentemente da sua qualidade para os seres vivos que direta, ou indiretamente dela dependem, bem como sobre os principais fatores que impactam a sua qualidade, além do levantamento qualitativo da fauna e flora locais. O professor de Geografia poderá contribuir com a caracterização geográfica e/ou biogeográfica do local de estudo, além da localização propriamente dita do recurso hídrico, sua inserção em uma dada bacia hidrográfica, e das coordenadas geográficas dos locais de coleta, por exemplo. O professor de História irá acrescentar o olhar temporal e histórico do papel dos recursos hídricos

na formação dos povoados e, conseqüentemente das cidades, bem como do uso e da exploração dos mesmos. O professor de Sociologia pode contribuir trazendo a reflexão sobre as relações e o impacto da proximidade dos recursos hídricos sobre a dinâmica e a organização social e econômica das comunidades a eles associadas, por exemplo. Já o professor de Química poderá contribuir e ampliar as análises laboratoriais das amostras de água coletadas pelos estudantes, bem discutir a natureza dos principais compostos contaminantes que podem estar presentes nos recursos hídricos.

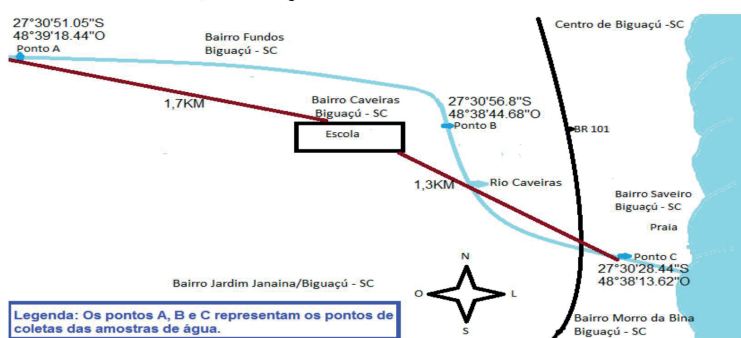
Para o desenvolvimento da proposta é relevante destacar que a realização de cada uma das etapas da SD prevê uma preparação prévia, a qual deve ser construída passo-a-passo com o estudante, o que por si só já possibilita uma reflexão e um aprendizado contextualizado no seu cotidiano e na sua realidade. A idéia de aproximar ainda mais a proposta de um aprendizado significativo tem essa estratégia como premissa, buscando, ainda, utilizar metodologias de ensino que permitam vivenciar de forma mais instigante o conteúdo normalmente ensinado em aulas tradicionais, levando em conta a realidade de ensino da escola e o espaço onde a mesma está inserida.

Assim sendo, além da ideia da problematização inicial trazida anteriormente, a sugestão é de que ao se levar em conta a realidade e o cotidiano dos estudantes, seja escolhido, preferencialmente, como foco da investigação proposta um recurso hídrico presente nas proximidades da escola.

Dessa forma, nessa etapa da SD está prevista também a construção e/ou o resgate do conhecimento sobre o recurso hídrico escolhido como alvo do estudo, preferencialmente localizado próximo à escola. No caso da SD aqui proposta, o recurso hídrico estudado foi o Rio Caveiras, localizado na área urbana do município de Biguaçu, Santa Catarina, conforme consta na apresentação dessa SD. Para essa atividade poderá ser utilizado como referencia o material preparado para o estudante e aqui incluído: **Bloco A – Atividades anteriores à saída a campo, Atividade 2- Conhecendo o Rio Caveiras.**

Nessa etapa da SD está prevista ainda uma atividade, cujo objetivo é a elaboração de um mapa esquemático pelos estudantes que contemple o recurso hídrico alvo do estudo, incluindo algumas informações básicas, como sua localização e distancia em relação à escola (ou a algum outro marco de referencia próximo e que seja familiar aos estudantes); a identificação dos pontos de coleta e a relação dos mesmos com o leito ou percurso do rio (mais a montante, mais a jusante, por exemplo); referências presentes às suas margens, entre outros. Para essa atividade poderá ser utilizado como referencia o material preparado para o estudante e aqui incluído: **Bloco A – Atividades anteriores à saída a campo, Atividade 3- Elaborando o mapa da saída a campo.** Materiais diversos, como mapas físicos ou virtuais, e esquemas, poderão ser disponibilizados e utilizados com referencia e consulta pelos estudantes para realizar essa produção, caso o professor julgar necessário. No entanto, cabe salientar que deve ser estimulada a criatividade e a reflexão por parte dos estudantes, de modo que no material disponibilizado aqui há sugestões de elementos e informações a constarem do mapa a ser elaborado, facilitando assim uma base inicial para a realização da tarefa proposta.

A figura abaixo (Figura 1) mostra o mapa esquemático elaborado para o estudo de caso da presente SD, o Rio Caveiras, podendo ser utilizada como uma referencia, ou exemplo.



**Figura 1-** Exemplo de mapa esquemático do local alvo de estudo para a saída a campo, incluindo os pontos para as coletas de amostras de água. O mapa aqui elaborado teve como referencia o Rio Caveiras no município de Biguaçu, SC, o qual foi recurso hídrico selecionado como estudo de caso para a elaboração da Sequencia Didática – SD aqui apresentada. Fonte: as autoras.

A avaliação dessa etapa da SD está baseada na participação dos estudantes nas atividades propostas.

## **Etapa 2: Saída a campo**

Inicialmente, destacamos duas premissas importantes que devem ser levadas em consideração pelo professor, tendo em vista a realização da segunda etapa da SD (Etapa 2 - saída a campo).

A primeira dessas premissas envolve estar atento à orientação e às recomendações da escola para que a saída a campo possa ser viabilizada, incluindo consultar os pais, ou responsáveis, através de um Termo de Autorização, quanto ao seu consentimento para a participação do/da estudante na atividade fora das dependências da escola. De forma análoga, em sendo o recurso hídrico alvo de estudo localizado dentro de um parque público, ou de uma área de preservação (municipal, estadual, ou federal), realizar os trâmites necessários para o agendamento da visita.

A segunda premissa envolve a recomendação de que o professor, caso não esteja familiarizado com o recurso hídrico potencialmente selecionado para a saída a campo, realize previamente uma visita *in loco* para melhor conhecer o local e, assim avaliar a exequibilidade da atividade. É sugerido, ainda, que o professor aproveite essa visita de caráter exploratório *in loco* para realizar ele mesmo a coleta de amostras de água, bem como levar a termo a análise das mesmas, assegurando, assim, eventuais ajustes, ou pequenas adaptações na metodologia recomendada.

Feitas essas considerações iniciais, passamos ao detalhamento dessa segunda etapa da SD propriamente dita. Essa segunda etapa da SD (etapa 2) está voltada para o planejamento e a realização da saída a campo, sendo, portanto, dividida em duas fases.

A primeira delas está voltada para as orientações gerais voltadas diretamente para os estudantes, além daquelas referentes à preparação e ao planejamento da saída a campo propriamente dita. O professor deve orientar os estudantes quanto aos aspectos gerais das vestimentas adequadas, por exemplo, bem como discutir o detalhamento do planejamento geral das atividades a serem executadas a campo, e os cuidados que devem ser observados durante a realização dessas atividades. Assim sendo, as orientações e as informações gerais sobre a saída a campo para serem discutidas previamente com os estudantes estão compiladas no material preparado para o estudante e aqui incluído: ***Bloco B – Guia de saída a campo, Atividade 1- Preparando a saída a campo. Roteiro geral.***

Além disso, nessa compilação também estão listados os materiais necessários para a realização das coletas, tendo em vista os indicadores e os parâmetros a serem analisados: o material necessário para o registro de dados a campo, e, principalmente, o material necessário para as coletas das amostras de água. Aqui é importante destacar que o professor deve orientar os estudantes não somente sobre a lista do material necessário para a saída a campo, mas também quanto à preparação prévia desse material. Em particular, deve ser dada atenção à preparação e à higienização dos frascos para a coleta. Se a análise microbiológica das amostras for ser incluída entre os parâmetros a serem analisado, os frascos para coleta devem ser esterilizados, conforme procedimentos padrão. Caso não seja factível realizar esse procedimento devem ser utilizados frascos já esterilizados previamente (vide abaixo; item 3.2.1). Além desses aspectos, deve ser incluída, ainda, a orientação de como utilizar alguns dos itens incluídos entre o material listado, sendo ainda importante lembrar aos estudantes a possibilidade e a importância de realizar o registro fotográfico do local, bem como orientar sobre a vestimenta adequada, uso de protetor solar, entre outros cuidados e orientações, conforme resumido na tabela abaixo (Tabela 1).

**Tabela 1-** Orientações e observações gerais a serem discutidas com os estudantes, previamente à realização da saída a campo

<b>ORIENTAÇÕES GERAIS PRÉ-SAÍDA A CAMPO</b>	
<b>Como se preparar para a saída a campo</b>	<b>Quais materiais levar para a saída a campo</b>
Roupas leves e de cor clara ( <i>calça e camiseta com manga</i> )	Frascos plásticos (polietileno), ou de vidro borossilicato, de boca larga, devidamente higienizados, com tampa
Bonê ou chapéu	Etiquetas para identificação dos frascos
Protetor solar	Luvas plásticas resistentes
Bota plástica, ou galocha ( <i>de preferência</i> ). Alternativa: sapato fechado, ou tênis confortável ( <i>que de preferência seja à prova d'água</i> )	Roteiro das atividades que vão ser realizadas
Recipiente individual com água potável	Mapa elaborado anteriormente pelo grupo com os locais selecionados para a coleta de amostras e sua localização
Repelente de insetos ( <i>o professor poderá ter consigo como precaução, em caso de necessidade. Optar, preferencialmente, por um repelente natural à base de óleos essenciais, como, por exemplo, Citronella</i> )	Caderno de campo ( <i>Material do Estudante, com o conjunto de fichas, aqui incluído</i> ). Lápis para as anotações, além de uma prancheta, ou equivalente.
	Material para registro fotográfico do local ( <i>máquina fotográfica, ou celular</i> )
	Materiais adicionais: termômetro; funil plástico ( <i>devidamente higienizado</i> ); papel indicador de pH ( <i>complementar</i> ); caneta para marcação
<b>OUTRAS OBSERVAÇÕES</b>	
Orientar os estudantes a permanecerem sempre com o grupo, aproveitando para destacar a importância da cooperação e ajuda mútua	
Orientar os estudantes a não retirarem qualquer material, ou objeto do ambiente em estudo que não seja relativo à coleta programada	
Orientar os estudantes para uma conduta minimamente disruptiva no local, recomendando que não corram, não falem alto, etc.	
Avaliar, considerando o local de estudo (se for localizado dentro de um parque, por exemplo), suas características, suas imediações, o horário, bem como a distância do local em relação à escola, a possibilidade de realizar um lanche comunitário. De forma alternativa, esse lanche comunitário pode ter lugar também na própria escola após o retorno, e armazenamento das amostras. Essa última alternativa se configura a mais adequada, dada a questão do armazenamento correto das amostras.	
Orientar os estudantes a recolher e trazer qualquer descarte ou lixo que porventura venham a produzir	

**LEMBRETE IMPORTANTE, PROFESSOR!!**

- ✓ Não deixe de incluir no material para ser levado a campo uma caixa térmica, ou uma caixa de isopor para armazenar as amostras;
- ✓ Incluir na caixa para o armazenamento das amostras coletadas gelo reciclável seja em gel reutilizável, ou gelo em placa rígido;
- ✓ Incluir um frasco com álcool 70% para higienização, além de uma esponja nova, e/ou papel toalha;
- ✓ Incluir fita adesiva;
- ✓ Incluir ainda, como precaução, um kit básico de primeiros socorros.

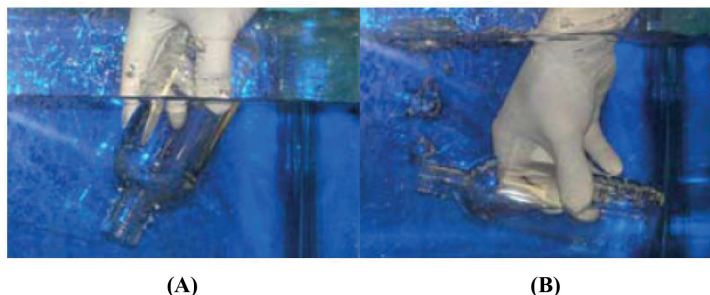
A segunda fase dessa etapa envolve, por sua vez, o planejamento relativo às atividades a serem realizadas *in loco*, em campo. É importante que esse planejamento seja discutido antecipadamente, e de forma detalhada, com os estudantes, uma vez que esse planejamento prévio é de extrema importância para que eles saibam como estão distribuídos os grupos, conheçam por inteiro o roteiro das atividades que integram a saída a campo, e, conseqüentemente, saibam de antemão o que deverá ser observado no local, quais os registros que deverão efetuar, bem como quais amostras deverão coletar, e como deverão fazê-lo (Figura 2), visando obter um conjunto de dados para a etapa seguinte da investigação proposta. Da mesma forma, no material preparado para o estudante e aqui disponibilizado, está incluída a orientação referente às observações gerais que deverão ser efetuadas nos locais de coleta das amostras, e de seus respectivos entornos: **Bloco B – Conhecendo o rio *in loco*** (“*Conhecendo mais o Rio Caveiras*”).

Nessa parte do material foram incluídas ainda “fichas”, contendo perguntas norteadoras, de forma a possibilitar o registro direto das características observadas nos locais de coleta: **Ficha 01 - Rio Caveiras – Local A (próximo à nascente, ou mais a montante); Ficha 02 - Rio Caveiras – Local B (próximo à escola), e Ficha 03 - Rio Caveiras – Local C (próximo à foz, ou mais a jusante)**. Nas fichas foi previsto ainda um espaço para que o estudante faça outras anotações, ou registre livremente observações não contempladas nas perguntas que constam nas fichas. Como sugestão

complementar para essa discussão, o professor pode, por exemplo, orientar os estudantes quanto à possibilidade de utilização do *Google Earth* para fazer o registro das coordenadas dos pontos de coleta no local de estudo.

O material do estudante compilado para essa segunda fase da etapa 2 inclui, ainda, orientações para a coleta das amostras de água, às quais o professor deve vincular aos materiais compilados para a coleta, como as luvas plásticas, por exemplo, além de destacar o uso da ficha para o registro dos primeiros dados referentes a essas amostras

coletadas: *Bloco B – Coletando amostras e registrando os primeiros dados. Ficha – Amostra de água coletada.*



**Figura 2:** Procedimento para coleta de amostra de águas superficiais, diretamente com as mãos. Em **(A)**: emborcar o frasco de coleta; **(B)**: posicionar o frasco para a coleta da amostra. Fonte: EPA, 2007.

#### COLETANDO AS AMOSTRAS

- ✓ O ponto de coleta no corpo hídrico deve apresentar corrente (não ser estático, ou estagnado)
- ✓ O ponto de coleta deve ficar a aproximadamente 90 cm da margem (pelo menos)
- ✓ Ao emborcar o frasco, direcionar o frasco de modo que a boca fique em sentido contrário à corrente

1. Colocar as luvas;
2. Higienizar as mãos calçadas com as luvas, usando álcool 70%;
3. Remover a tampa do frasco com cuidado (não tocar a parte interna da tampa, nem as laterais do gargalo do frasco);
4. Com uma das mãos segurar o frasco pela base, mergulhando-o rapidamente com a boca para baixo, cerca de 20 a 30 cm abaixo da superfície da água (Figura 2-A);
5. Incliná-lo lentamente posicionando-o para cima (para permitir a saída do ar) e entrada na água (Figura 2-B);
6. Não encher totalmente o frasco (deixar um espaço de aproximadamente 1/3 do volume do frasco);
7. Fechar imediatamente o frasco, identificar a amostra (incluir hora da coleta);
8. Manter as amostras refrigeradas.
9. Observar o prazo de validade da amostra para análise (particularmente para as análises microbiológicas, até 24h)

Fonte: adaptado de FUNASA, 2013

### **Etapa 3: 3.1- Organizar e sistematizar as informações e os registros coletados a campo**

O desenvolvimento dessa etapa da SD prevê dois momentos distintos. Inicialmente, deve ser realizada uma discussão no grande grupo para troca de impressões sobre a saída a campo, seguida do alinhamento das informações registradas e dos dados coletados *in loco*. A organização e a sistematização dessas informações e dados poderão ser baseadas no material do estudante, usado na etapa anterior da SD, na saída a campo (*Bloco B – Coletando amostras e registrando os primeiros dados. Ficha – Amostra de água coletada*).

### **Etapa 3: 3.2 - Realizar análises laboratoriais das amostras de água coletadas**

No segundo momento da etapa 3, os estudantes, organizados nos mesmos grupos da saída a campo, realizarão algumas análises laboratoriais das amostras de água coletadas na saída a campo, como uma atividade investigativa que lhes permita construir um conjunto de resultados que possa melhor subsidiar a avaliação da qualidade do recurso hídrico em estudo, dentro do caráter investigativo da SD, e, conseqüentemente, contribuindo para o protagonismo dos estudantes.

No sentido de tornar possível a realização dessas análises buscamos adaptar metodologias que fossem factíveis de serem viabilizadas na escola (cor aparente, odor, turbidez, material precipitado, material floculado ou material em suspensão, pH). Essas metodologias foram testadas por nós,

utilizando as amostras coletadas no nosso estudo de caso, o Rio Caveiras em Biguaçu, SC, nos três pontos selecionados, conforme mencionado anteriormente, e mostrados na Figura 1: Ponto A (nascente), Ponto B (próximo à escola), e Ponto C (a jusante, próximo à praia, onde o rio Caveiras deságua).

Como estratégia complementar, e visando enriquecer o conjunto de dados para o processo investigativo proposto na SD, incluímos, ainda, análises de água em parceria com um órgão estadual, a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN. Essa parceria é viável, mediante solicitação e agendamento prévios. As análises realizadas pela CASAN (alcalinidade total, sulfato, cloretos, nitrogênio, nitrato, pH, condutividade, coliformes totais e *Escherichia coli*) possibilitaram a obtenção de um conjunto de dados adicionais bastante interessante para incorporação na discussão com os estudantes, particularmente os dados relativos às análises microbiológicas. Em relação a essas últimas análises, sugerimos, ainda, uma alternativa adicional para que o professor possa avaliar e optar pela que lhe seja mais prática e/ou exequível (vide abaixo).

Nessa etapa da SD, os estudantes poderão registrar as observações e os resultados decorrentes das análises realizadas nessa etapa no material do estudante: *Bloco C – Análises das amostras no laboratório*.

### 3.2.1- Amostras de água coletadas

Em cada um dos pontos selecionados foi realizada a coleta de água superficial, correspondente ao volume de aproximadamente 1L de água/local, a uma profundidade aproximada de 30 cm. No nosso caso de estudo, o Rio Caveiras, optamos por utilizar recipientes plásticos (Figura 3), obtidos diretamente da CASAN, já prévia e devidamente desinfetados e lacrados. Dado que também optamos por incluir análises microbiológicas, um menor volume de água (aproximadamente 200 ml) foi também coletado em cada um dos mesmos três pontos selecionados, utilizando frascos de vidro estéreis, contendo tiosulfato de sódio (0,1 ml de uma solução a 1,8% para cada 100 ml de amostra). Esses frascos também foram obtidos junto à CASAN.

As coletas foram realizadas em abril de 2020.



**Figura 3** – Em (A) - Recipientes utilizados para coleta das amostras de água nos três locais selecionados no Rio Caveiras, Biguaçu/SC. Em (B) – Frascos contendo as amostras coletadas. Fonte: autora (Hasckel, M.M.)

### 3.3.2. Análises das amostras de água coletadas

Como mencionado anteriormente, no estudo de caso aqui relatado, no qual foi baseada a SD proposta, diferentes indicadores e parâmetros foram considerados como sugestão para as análises das amostras de água coletadas a campo. Alguns desses indicadores foram baseados em observação simples e direta, como por exemplo, cor aparente, odor, turbidez e material floculado, enquanto para outros, como observação ao microscópio, foi necessária a preparação prévia de material, conforme descrito a seguir.

#### 3.3.2.1. Observando as amostras de água coletadas ao microscópio

Foi incluída como sugestão a observação das amostras de água coletadas ao microscópio (Figura 4). Para tal, utilizamos um recurso simples, ou seja, um microscópio caseiro, montado a partir de uma caneta laser (apontador laser) e uma seringa plástica, cujo aumento corresponde a aproximadamente 1.000 vezes (<https://www.youtube.com/watch?v=7HAdiWklvA>).



**Figura 4** – Visão do microscópio caseiro com laser, utilizado para a observação das amostras coletadas nos diferentes pontos do Rio Caveiras, em Biguaçu, SC.

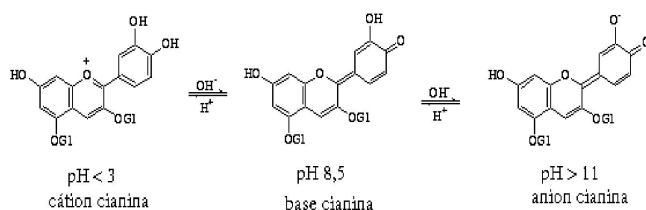
Fonte: autora (Hasckel, M.M.)



Ao se apontar o feixe de luz diretamente para a gota formada no bico da seringa é possível se ver a formação da imagem gigante da gota projetada sobre uma parede. O princípio físico desse microscópio é simples: a gota d'água funciona como uma lente esférica. A gota, sob a luz do laser, funciona como em uma lente biconvexa, fazendo os raios convergirem, e depois se dissiparem, projetando, assim, uma imagem aumentada na parede. Como os microrganismos presentes na água estão na passagem dessa luz, acabam sendo passíveis de visualização em tamanho gigante. Ao observar as imagens projetadas, a velocidade com que os microrganismos se movimentam os distingue de partículas floculadas e/ou sólidos eventualmente presentes nas amostras (<https://manualdomundo.uol.com.br/experiencias-e-experimentos/microscopio-caseiro-com-laser-experiencia-de-fisica-e-biologia/>).

### 3.3.2.2. Investigando o pH das amostras de água coletadas

Independentemente de haver sido obtido o valor de pH das amostras no momento da coleta, utilizando papel indicador de pH, conforme sugerido na anteriormente (vide a lista de materiais para a saída a campo), esse parâmetro foi também incluído entre aqueles a serem avaliados nas análises laboratoriais. A sugestão é que seja empregado um método simples e factível, utilizando materiais de fácil acesso e de baixo custo. Assim sendo, a análise do pH nas amostras coletadas pode ser realizada de forma comparativa, a partir da construção de uma escala de pH, usando suco de repolho roxo, cujo comportamento como indicador ácido-base está relacionado aos pigmentos antocianinas nele presentes, os quais são também encontrados em flores, como as hortênsias (Sampaio e Rossi, 2004; Florêncio, 2014) (Figura 4). Cabe destacar que por se tratar de um método visual, de caráter comparativo, utilizando-se material biológico, o pH das amostras reflete, de fato, um valor estimado.



**Figura 5**– Estrutura e comportamento ácido-base de antocianinas (nesse caso da cianina, ou cianidina), em função do pH. Os pigmentos antocianinas são encontrados em diversas plantas e vegetais, como, por exemplo, o repolho roxo. Fonte: Tarnowski, 2017



**Figura 6** – Escala de pH, obtida a partir do suco de repolho roxo. Os valores da escala de pH estão associados às diferentes cores. Fonte: Tarnowski, 2017.

O procedimento para a obtenção do suco de repolho a ser utilizado como indicador ácido-base, está descrito abaixo, tendo sido baseado em Tarnowski, 2017, conforme descrito em: <https://quimicaempratica.com/2017/07/06/indicador-acido-base-de-repolho-roxo/>.

Cabe salientar que os estudantes poderão, inclusive, a partir desse método, aplicar essa estratégia para investigar facilmente o pH de diferentes soluções em casa, conforme o seu interesse.

### Procedimento experimental para o preparo do suco de repolho-roxo

#### Materiais e reagentes

- Repolho roxo
- Água
- Liquidificador

- Peneira
- Coador (*opcional*)

### Procedimento

1. Primeiramente, bater um quarto de uma cabeça de repolho roxo com 1 litro de água no liquidificador, conforme pode ser visto na Figura 6, para obtenção do extrato aquoso.



Figura 7– Preparo do extrato aquoso de repolho-roxo no liquidificador. Fonte: <https://quimicaempratica.com/2017/07/06/indicador-acido-base-de-repolho-roxo/>.

2. Em seguida, o suco foi peneirado e coado para se obter o suco colorido límpido. A etapa da coagem garante que os pedacinhos de repolho que restaram no suco mesmo após a passagem pela peneira sejam removidos.

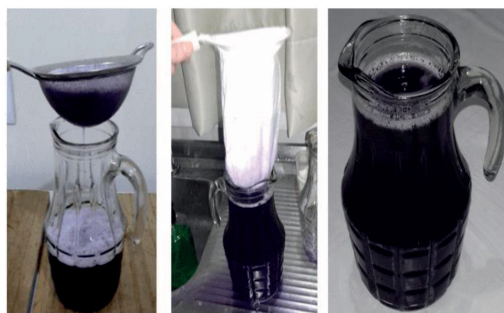


Figura 8 – Etapa de passagem do extrato aquoso de repolho-roxo por peneira e coador. Fonte: <https://quimicaempratica.com/2017/07/06/indicador-acido-base-de-repolho-roxo/>.

3. Uma vez pronto, o suco de repolho deve ser utilizado dentro de um intervalo relativamente breve, mostrando diminuição da sua capacidade de indicador de pH após um intervalo de aproximadamente 3 horas. Assim, é recomendado que o suco seja utilizado logo após sua preparação, ou seja, “a fresco”. Caso não seja possível, mantê-lo refrigerado a 4°C, e usá-lo assim que possível. Nesse caso, recomendamos testar previamente o intervalo entre o período de refrigeração e o uso, nas suas condições.

#### 3.3.2.3. Outras análises laboratoriais das amostras de água coletadas

Além das análises passíveis de serem realizadas na escola, como mencionado, anteriormente, outras análises poderiam ser incluídas para ampliar o conjunto de dados para subsidiar a investigação da qualidade do recurso hídrico objeto de estudo. Assim sendo, foi analisado o conteúdo de sulfato, nitrogênio/nitrato, cloretos, além da alcalinidade total, grau de turbidez, condutividade e análises microbiológicas (coliformes totais e *Escherichia coli*).

Para a realização dessas análises se buscou uma parceria com um dos laboratórios regionais da CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento, localizado no município de Biguaçu, SC.

Assim sendo, podemos considerar que esse caminho se constitui em uma alternativa viável para ampliar de forma significativa o conjunto de análises e, conseqüentemente o conjunto dos resultados, com a inclusão de parâmetros relevantes de qualidade de água.

No caso de não ser possível o estabelecimento de parceria com um laboratório governamental, ou de outra parceria semelhante dessa natureza, sugerimos, como uma alternativa, realizar análises microbiológicas relativas à *E.coli* e coliforme totais, através do uso de *kits* comerciais, por exemplo, o *kit* Colipaper Petri® ou Colipaper® da Alfakit (<https://alfakit.com.br/produtos/colipaper-petri-cod-7310/>; <https://alfakit.com.br/produtos/colipaper/> ). A utilização de ambos é simples, tendo sido os mesmos adaptados com o objetivo de serem uma ferramenta útil para ações voltadas para Educação Ambiental.

#### 4. Resultados das análises das amostras de água coletadas no estudo de caso (Rio Caveiras, Biguaçu, SC)

##### 4.1.1. Valor estimado do pH

Os resultados obtidos para a estimativa do pH, utilizando como referência a escala de pH obtida a partir do suco de repolho roxo, podem ser vistos na Figura 8. Pode ser destacado o resultado obtido para a amostra do Ponto B (próximo à escola), cuja coloração corresponde a um valor de pH fortemente ácido (pH estimado em torno de 2,0) (Tabela 2).

(A)



Fonte: da autora (Hasckel, M. M.)

(B)



Fonte: Santos, 2017

(C)



Fonte: da autora (Hasckel, M.M.)

**Figura 9** – Resultado da análise de pH nas amostras coletadas nos três pontos selecionados no Rio Caveiras. Em: (A) amostras coletadas no Rio Caveiras; (B) escala de pH utilizada como referência, obtida a partir de suco de repolho; (C) amostras de água mineral e água da torneira.

**Tabela 2** - Análise referente ao valor de pH estimado em amostras de água, coletadas em três pontos do rio Caveiras: **Ponto A**: ponto próximo à nascente; **Ponto B**: ponto próximo à escola; **Ponto C**: ponto a jusante (próximo à praia).

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
pH	7,0	< 2,0	~8,0
LEGENDA: <u>1 2 3 4 5 6</u> <u>7</u> <u>8 9 10 11 12 13 14</u> ÁCIDO                    NEUTRO                                    ALCALINO			
REFERÊNCIA: Escala mostrada na Figura 8 – B			

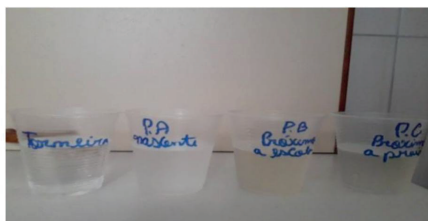
Fonte: da autora (Hasckel, M.M.)

#### 4.1.2. Parâmetros gerais de qualidade de água

Como parâmetros gerais de qualidade de água foram considerados a observação da cor aparente, da turbidez, e do odor das amostras de água superficial coletadas no Rio Caveiras, além da presença de material precipitado, material em suspensão e /ou de material floculado.

A observação visual da cor e do grau de turbidez, mostrou variação desses parâmetros entre as amostras dos pontos A, B e C, conforme pode ser observado na Figura 10.

Ademais, as amostras dos pontos B e C apresentaram um odor característico de esgoto, o que não foi observado na amostra oriunda do ponto A (coletada nas proximidades da nascente). Por outro lado, mesmo a amostra coletada no Ponto A apresentou certo grau de turbidez.



Fonte: da autora (Hasckel, M.M.)

**Figura 10** - Cor e turbidez das amostras de água coletadas no Rio Caveiras. PA = Ponto A (próximo à nascente); PB = Ponto B (próximo à escola); PC = Ponto C (a jusante, próximo à praia). Foi incluída uma amostra de água de torneira na análise.

Cabe salientar que foi observado material sedimentado nas amostras B e C, podendo ser considerando em termos quantitativos como estando presente em baixa quantidade. Essa observação foi realizada após repouso da amostra por um período de 24 horas (dados não mostrados). Após agitação das amostras, foi observada uma pequena quantidade de partículas, correspondente à material floculado, nas amostras B e C.

A Tabela 3 mostra o resumo das análises de alguns dos parâmetros físico-químicos analisados nas amostras coletadas, cuja avaliação foi realizada a partir da observação direta a olho nu; observações essas também facilmente realizáveis pelos estudantes.

**Tabela 3** – Resultados das análises físico-químicas (observação a olho nu) das amostras de água coletadas em três pontos distintos do rio Caveiras. **Ponto A:** ponto próximo à nascente; **Ponto B:** ponto próximo à escola; **Ponto C:** (ponto a jusante; próximo à praia).

ANÁLISES	RESULTADOS		
	Ponto A	Ponto B	Ponto C
Cor aparente	-	2	2
Odor	-	3	3
Turbidez	-	2	2
Sedimentos	-	1	1
Material Floculado	-	1	1

Escala relativa de intensidade de 0 a 4, estabelecida a partir de critérios comparativos, com base em observação a olho nu e critérios de ordem pessoal:

(-) NÃO OBSERVADO; (1) NÍVEL BAIXO; (2) NÍVEL MÉDIO; (3) NÍVEL ALTO

Fonte: da autora (Hasckel, M.M.)

#### 4.1.3. Demais parâmetros físico-químicos e análises microbiológicas

A Tabela 4 e a Tabela 5 mostram os resultados das demais análises das amostras de água coletadas no Rio Caveira, incluindo as análises microbiológicas. As análises que constam nessas duas tabelas foram realizadas em parceria com um dos laboratórios regionais da CASAN – Companhia de Águas e Saneamento de Santa Catarina, localizado em Criciúma, SC.

**Tabela 4** - Análises físico-químicas em amostras de água, coletadas em três pontos diferentes ao longo do Rio Caveiras. Ponto A: 1º ponto (próximo à nascente); Ponto B: 2º ponto (próximo à escola); Ponto C: 3º ponto (próximo à praia).

ANÁLISES (águas superficiais)	RESULTADOS			UNIDADE
	Ponto A	Ponto B	Ponto C	
pH	6,22	4,24	6,87	-
Turbidez	1,6	25	13	NTU
Nitrogênio Nitrato	0,1	0,3	0,3	mg/L-
Cloretos	12,54	6.878,9	11.896,8	mg/L- Cl
Sulfato	< 2	200	900*	mg/L – SO <sub>4</sub>
Alcalinidade Total	19,68	168,29	144,75	mg/L-
Cor Aparente	10,2	92,3	68,5	Uc
Condutividade a 25° C	70,7	14.600	21.400	mS/cm
	VALORES DE REFERÊNCIA (águas superficiais)			UNIDADE
pH	6 a 9			-
Turbidez	Até 0,08			NTU
Nitrogênio Nitrato	Até 44			mg/L-
Cloretos	Até 250			mg/L- Cl
Sulfato	Até 250			mg/L – SO <sub>4</sub>
Alcalinidade Total	8 a 10			mg/L-
Cor Aparente	Até 7,5			uC
Condutividade a 25° C	100-1000			mS/cm

Fonte: Adaptado das análises realizadas no laboratório da CASAN

**Tabela 5** – Análises microbiológicas em amostras de água, coletadas em três pontos ao longo do Rio Caveiras. Ponto A: 1º ponto (próximo à nascente); Ponto B: 2º ponto (próximo à escola); e Ponto C: 3º (próximo à praia).

	RESULTADOS			UNIDADE
	Ponto A	Ponto B	Ponto C	
Coliformes totais	686,7	2.420	2.420	NMP / 100
<i>Escherichia coli</i>	27,5	2.420	2.420	NMP / 100
	VALORES DE REFERÊNCIA (águas superficiais)			UNIDADE
Coliformes totais	Até 1.000			NMP / 100
<i>Escherichia coli</i>	Até 1.000			NMP / 100
NMP = Número mais provável				

Fonte: Adaptado das análises realizadas no laboratório da CASAN

Para concluir essa etapa da SD, o professor deverá, juntamente com os estudantes, sistematizar e discutir os resultados obtidos. A dinâmica dessa etapa pode ser baseada, inicialmente, na preparação de uma apresentação dos resultados obtidos por cada grupo, de modo a permitir uma comparação entre os diferentes pontos de coleta, aliados aos resultados das análises realizadas em parceria (caso essa estratégia tenha sido possível). O professor pode mediar o preparo dessas apresentações dos grupos, aproveitando para sanar eventuais dúvidas e questionamentos. A partir da

discussão desse painel de apresentações dos grupos, deve ser focado o significado dos resultados obtidos frente ao objetivo de avaliar a qualidade da água do recurso hídrico em estudo. No caso de não ter sido viável a realização da saída a campo, o professor pode realizar o mesmo procedimento para concluir essa etapa a partir dos resultados obtidos por ele, e, caso tenha sido possível, dos resultados advindos das análises em parceria. A sugestão para que, nesse caso, esse processo se torne desafiador para os estudantes, seria que o professor “distribuisse” esses resultados entre os grupos por ponto de coleta, permitindo, dessa forma, que o objetivo de construção conjunta da avaliação da qualidade do recurso hídrico seja atingido.

Ao final dessa discussão, a partir do diagnóstico e das conclusões do estudo investigativo realizado, cada grupo deverá se reunir e buscar uma estratégia para aproximar as questões relacionadas ao recurso hídrico em foco da comunidade, como por exemplo, sua importância, a preservação de sua qualidade, e a diminuição dos eventuais impactos sofridos, ou em curso. De forma a valorizar a iniciativa dos estudantes, o professor poderá deixar a critério dos estudantes a livre decisão do formato da estratégia a seguir, assim como o produto que irão desenvolver para a comunidade, como, por exemplo, um vídeo, um folheto, um cartaz, uma carta, uma solicitação ou um encaminhamento às autoridades, ou órgão municipais.

**Avaliação:** Participação dos estudantes e construção da estratégia de divulgação para a comunidade.

#### **Etapa 4 Apresentar os trabalhos e demais materiais produzidos**

Compartilhar as estratégias produzidas no grande grupo, discussão final, e resumo das estratégias propostas para mostrar a importância do recurso hídrico estudado e da sua conservação. Caso não tenha surgido, o professor poderá estimular o encaminhamento da questão junto aos órgãos municipais, como um desafio aos estudantes. Levar as informações relativas às possíveis parcerias que a assistência social possui junto à vigilância sanitária e a prefeitura da cidade onde o recurso hídrico se encontra, por exemplo. Levantar ainda com os estudantes a importância de disseminar e divulgar a questão da conservação do recurso hídrico estudado para a sociedade como um todo, incluindo ações de caráter preventivo.

No decorrer das apresentações dos grupos, da discussão e das informações trazidas, seria recomendável que formas concretas de viabilizar essas estratégias e ações fossem também contempladas e planejadas com o grupo.

Assim, essa última etapa da SD está voltada para o encerramento das atividades, concluindo a discussão do tema abordado. Os estudantes compartilharão os conhecimentos adquiridos ao longo da SD e as sugestões para a diminuição dos impactos e para a conservação dos recursos hídricos. Como a avaliação será realizada ao longo do processo, cabe ao professor verificar, ao final da SD, na discussão final, se o Objetivo Geral proposto foi atingido, se houve a aquisição de novos conhecimentos em relação aos conhecimentos prévios dos estudantes. Este momento servirá para o professor avaliar se a SD cumpriu seu papel, observando se os objetivos específicos de cada etapa foram alcançados. Ainda poderá obter o registro da construção da aprendizagem ancorada na SD, solicitando aos estudantes que participaram de todas as etapas que escrevam um relato avaliativo, indicando os pontos positivos e negativos das atividades propostas.

Com o levantamento dos dados, os alunos tiveram a possibilidade de refletir, levantar possíveis soluções para os impactos, no sentido de prevenção do recurso hídrico e não de remediação, dar oportunidade aos alunos de levantarem quanto uma ação custa para a sociedade, doenças trazidas pela contaminação do rio e arredores e mortandade de animais que vivem no local, trabalhando novamente os conceitos iniciais.

**Avaliação:** As avaliações serão realizadas no decorrer das atividades, sendo parte do processo de construção dessa metodologia. A avaliação não é o fim do processo, mas justamente uma parte, pois é nesse momento, que a professora vai verificar se houve uma assimilação das competências e habilidades pelo aluno do que foi proposto em cada atividade.

### **Considerações Finais.**

Com este Guia procuramos fornecer subsídios para a aplicação da SD proposta, como um instrumento que venha a colaborar com a aprendizagem ativa e significativa de estudantes do ensino médio, propiciando a reflexão e o aprofundamento dos conhecimentos necessários para que possam assumir uma postura crítica em relação à importância e a manutenção da qualidade dos recursos hídricos e, assim, a partir dessa construção, realizar ações para preservação desses recursos.

Relembrando, conforme sugerido anteriormente, para auxiliar na construção deste conhecimento, convide os professores atuantes em outras áreas, para que de forma interdisciplinar, contribuam na aplicação e/ou proponham outras atividades que enriqueçam ainda mais o trabalho em sua escola, como por exemplo, a interdisciplinaridade com a História, Geografia, Sociologia e Química.

Deste modo, esperamos, sinceramente, que este material seja bem aproveitado por todos!

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EPA – United States Environmental Protection Agency. EPA Guidelines: Regulatory monitoring and testing water and wastewater sampling. 35 p. 2007.

Florêncio, S. Você conhece a hortênsia? O papel das antocianinas na cor das flores. 2014.

<http://www.ensinandoeaprendendo.com.br/quimica/antocianinas-delfinidina-hortensias/>

Acesso em: 25 de outubro de 2020.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. Manual Prático de Análise de Água. 4ª. Ed. 2013.

MANUAL DO MUNDO. **Microscópio caseiro com laser (experiência de física e biologia):** Por [Iberê Thenório](#) -29/11/2011. Disponível em:

<https://manualdomundo.uol.com.br/experiencias-e-experimentos/microscopio-caseiro-com-laser-experiencia-de-fisica-e-biologia/>. Acesso em 28 de outubro de 2019.

Acesso em: 29 de março de 2020.

QUIMICAEMPRATICA. **Materiais e ideias para aulas de química:**

Indicador ácido-base de repolho roxo. [KAROLINE DOS SANTOS TARNOWSKI,06/07/2017](#)

Disponível em:

<https://quimicaempratica.com/2017/07/06/indicador-acido-base-de-repolho-roxo/>

Acesso em: 29 de março de 2020.

Sampaio, P.G.; Rossi, A.G. ASPECTOS ANALÍTICOS DE ANTOCIANINAS EXTRAÍDAS DE HORTÊNSIAS: CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÕES. 2004. **Disponível em:** <https://www.prp.unicamp.br/pibic/congressos/xiicongresso/cdrom/pdfN/745.pdf>.

Acesso em: 25 de outubro de 2020.





