

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CÂMPUS ARARANGUÁ

ARACELLI SOARES DE SOUZA DA COSTA

**A TURBIDEZ DA ÁGUA DO RIO ARARANGUÁ COMO PROPOSTA DE
ABORDAGEM DE CONCEITOS DE ÓPTICA DE FORMA INTERDISCIPLINAR**

ARARANGUÁ
2025

Aracelli Soares de Souza da Costa

**A TURBIDEZ DA ÁGUA DO RIO ARARANGUÁ COMO PROPOSTA DE
ABORDAGEM DE CONCEITOS DE ÓPTICA DE FORMA INTERDISCIPLINAR**

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Santa Catarina, para obtenção do título de licenciado em Física.

Orientador: Prof. Msc. Alexandro Lima Gomes

Araranguá
2025

FICHA DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)

Aluno(a): **ARACELLI SOARES DE SOUZA DA COSTA**

Matrícula: **1710136014**

Curso: **Licenciatura em Física**

Título:

A turbidez da água do Rio Araranguá como proposta de abordagem de conceitos de óptica de forma interdisciplinar

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) para a obtenção do título de Licenciado em Física do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), câmpus Araranguá.

Conceito: 9,0 (X) Aprovado () Reprovado

Araranguá, 22 de julho de 2025.

Banca examinadora:

1. Alexandre Lima Gomes

Alexandre Lima Gomes (presidente)
assinatura

2. Rosabel Bertolin Daniel

Rosabel Bertolin Daniel
assinatura

3. Bruno Leal Dias

Bruno Leal Dias
assinatura

“Honro o fechamento deste ciclo dedicando a minha monografia ao que sempre estiveram ao meu lado compartilhando sua experiência de forma construtiva. Gratidão.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que estiveram presentes e contribuíram para a realização da minha graduação, em especial aos meus pais, Eládio de Souza (in memoriam) e Maria Fátima Soares de Souza, foram grandes incentivadores dos meus estudos.

Ao meu esposo pelo amor, carinho e dedicação e incentivador durante toda a minha graduação, aos meus filhos, genro e neta, por todo apoio em toda a minha trajetória.

Agradeço a minha avó Maria Merência Soares por tanto carinho e ajuda nos momentos mais preciosos. Meus colegas da secretaria da educação, da escola onde trabalho e a todos os professores que tive o privilégio de ser aluna o meu muito obrigado. Por último agradeço os meus colegas que ao longo dos anos no Instituto Federal de Santa Catarina foram meus companheiros na busca de mais conhecimentos, meus mais sinceros agradecimentos, e em especial aos meus orientadores que ao longo do curso auxiliaram em tudo que precisei e necessitei para o bom êxito. Muito obrigado por todos os ensinamentos.

“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante de meus olhos”.(Isaac Newton)

RESUMO

Este estudo apresenta uma proposta didática com o objetivo de abordar conceitos de óptica ao analisar a turbidez da água do Rio Araranguá e compreender a importância da penetração da luz no rio. Também serão realizadas correlações com a Biologia (fotossíntese) e Química (teor de oxigênio dissolvido), em um contexto interdisciplinar. Neste sentido, o trabalho procurará sensibilizar os estudantes da importância que tem o Rio Araranguá para a cidade, no que tange a sua conservação e revitalização. A proposta de abordagem pedagógica, organizada dentro de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS), pretende incluir relatos, realização e execução de experimentos, além de uma saída de campo levando os alunos até o objeto de estudo.

Palavras-Chave: turbidez; óptica; Rio Araranguá

ABSTRACT

This study presents a didactic proposal aimed at addressing concepts of optics by analyzing the turbidity of the Araranguá River water and understanding the importance of light penetration in the river. Correlations with Biology (photosynthesis) and Chemistry (dissolved oxygen content) will also be made in an interdisciplinary context. In this sense, the work will seek to sensitize students to the importance of the Araranguá River for the city, regarding its conservation and revitalization. The proposed pedagogical approach, organized within a potentially meaningful teaching unit (PMU), intends to include reports, the carrying out and execution of experiments, as well as a field trip taking students to the object of study.

Keywords: turbidity; optics; Rio Araranguá

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: esquema representativo do Disco de Secchi: (A) instrumento; (B) observações da transparência da água.....	20
Figura 2: propagação da luz indicando o processo de refração.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: resultados da revisão bibliográfica, com base nos indicadores selecionados.....	26
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATD - Análise Textual Discursiva

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade

DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio

EA - Educação Ambiental

OD - Oxigênio Dissolvido

pH - Potencial Hidrogeniônico

TASC - Teoria de Aprendizagem Significativa Crítica

UEPS - Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS.....	17
2.1 OBJETIVOS.....	17
2.1.1 Objetivo geral.....	17
2.1.2 Objetivos específicos.....	17
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
3.1 ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	21
3.1.1 Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica.....	21
3.1.2 Referencial metodológico: Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS).....	22
3.1.3 A epistemologia de Paul Feyerabend.....	23
3.1.4 A interdisciplinaridade como abordagem educacional.....	23
4 METODOLOGIA.....	24
4.1 ETAPAS DE CONSTRUÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA.....	24
4.1.1 Etapa 1: Revisão bibliográfica.....	24
4.1.2 Etapa 2: Planejamento das aulas.....	24
4.1.3 Etapa 3: Elaboração da UEPS.....	25
4.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	25
4.2.1 Rio e suas águas nas aulas de física.....	26
4.2.2 Física, Química e Biologia na interdisciplinaridade.....	27
4.2.3 A água e parâmetros de qualidade.....	28
5 CONSTRUÇÃO DA PROPOSTA DE TRABALHO.....	29
5.1 - UEPS: A TURBIDEZ DA ÁGUA DO RIO ARARANGUÁ: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR EM FÍSICA, QUÍMICA E BIOLOGIA.....	29
6 FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS INTEGRADOS À PROPOSTA.....	31
6.1 TURBIDEZ.....	31
6.2 OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD).....	32
6.3 LUZ E SUA PROPAGAÇÃO NA ÁGUA.....	32
6.4 FOTOSSÍNTESE AQUÁTICA.....	33
7 RESULTADOS ESPERADOS.....	33
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

A degradação dos recursos hídricos tem se tornado cada vez mais evidente na sociedade contemporânea, com destaque para os impactos sobre os rios urbanos. O Rio Araranguá, localizado no município homônimo em Santa Catarina, representa um caso emblemático dessa realidade. Com uma bacia hidrográfica de 3.089,10 km² que abriga atividades como mineração de carvão, agricultura e turismo, o rio vem sofrendo significativas alterações em sua qualidade ambiental, especialmente no que diz respeito à turbidez de suas águas (Santa Catarina, 2014).

Após a área urbana, o rio se torna caudaloso, com uma profundidade média de 10 m (a maior profundidade é de 18 metros) e percorre ainda quase 38 km até a foz. O Rio Araranguá foi fundamental para as pessoas fixarem moradias no litoral do município de Araranguá.

As atividades econômicas relacionadas são caracterizadas por indústrias e produção agrícola. A indústria é voltada para minérios e beneficiamento de carvão, produção de cerâmicas, couro e confecções, metal mecânica, agroindústria, entre inúmeros segmentos industriais, sendo a agricultura embasada no arroz e fumo. Existem outras atividades referentes à pesca, pecuária, também atividades ligadas ao setor de turismo. (Santa Catarina, 2014).

No contexto educacional, o ensino tradicional de ciências ainda se mostra fragmentado e desconectado da realidade ambiental local. A abordagem disciplinar isolada dificulta a compreensão integrada de fenômenos naturais complexos, como aqueles relacionados à qualidade da água. Nesse sentido, a turbidez emerge como um parâmetro especialmente relevante para uma abordagem interdisciplinar, pois relaciona conceitos fundamentais da óptica (Física) com processos biológicos (fotossíntese) e indicadores químicos (oxigênio dissolvido) (Sperling, 2005).

Este trabalho se fundamenta na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (Moreira, 2005) e no conceito de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), que valorizam a contextualização do conhecimento. A proposta metodológica inclui: (1) atividades preparatórias em sala de aula; (2) saída de campo para medição da turbidez com disco de Secchi e coleta de amostras; e (3) análises laboratoriais dos parâmetros físico-químicos da água. Essa abordagem permite vincular conceitos teóricos a problemas reais, promovendo a aprendizagem significativa.

Diante desse contexto, o presente trabalho busca responder ao seguinte problema de pesquisa: “Como utilizar o estudo da turbidez da água do Rio Araranguá para abordar de forma integrada os conceitos de óptica, fotossíntese e oxigênio dissolvido no ensino médio, promovendo aprendizagem significativa?”.

Parte-se da hipótese de que a realização de atividades práticas de análise da turbidez no Rio Araranguá pode oferecer uma abordagem com potencial para a construção de conhecimentos em óptica e com a relação interdisciplinar com a fotossíntese e níveis de oxigênio dissolvido, buscando promover aprendizagem significativa ao vincular esses conceitos científicos a um problema ambiental concreto e relevante para a comunidade local.

2 JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

A justificativa para a escolha do Rio Araranguá como objeto de estudo se dá pela sua relevância ambiental, histórica e cultural para a população local. Além disso, trata-se de um recurso hídrico que tem sofrido impactos significativos em virtude de atividades antrópicas como mineração, agricultura e descarte de resíduos. Nesse sentido, promover ações educativas que envolvam a análise da qualidade da água é uma estratégia para sensibilizar os alunos sobre a importância da conservação dos corpos hídricos e desenvolver uma consciência ambiental crítica.

O estudo da turbidez da água, ao ser relacionado aos conceitos de óptica, fotossíntese e oxigênio na água, possibilita o desenvolvimento de competências científicas e ambientais, além de fomentar uma abordagem interdisciplinar e contextualizada no ensino médio. A vivência de atividades práticas, como a saída de campo e os experimentos laboratoriais, favorece o protagonismo dos estudantes e o fortalecimento da aprendizagem significativa, além do ensino através da pesquisa e da busca de soluções de um problema local.

2.1 OBJETIVOS

2.1.1 Objetivo geral

Utilizar a análise da turbidez da água do Rio Araranguá como eixo articulador de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), com o objetivo de abordar conceitos de óptica, correlacionando-os aos processos de fotossíntese e oxigênio dissolvido em uma perspectiva interdisciplinar.

2.1.2 Objetivos específicos

- Compreender os fenômenos ópticos da luz na água: reflexão, refração, dispersão e absorção;
- Relacionar a turbidez da água à capacidade de penetração da luz e suas implicações para a fotossíntese;
- Correlacionar os níveis de oxigênio dissolvido à presença de luz e à saúde do ecossistema aquático;

- Desenvolver habilidades de investigação científica por meio de atividades práticas e experimentais;
- Estabelecer conexões entre os conhecimentos científicos e os problemas ambientais locais.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Rio Araranguá possui relevante importância histórica e ecológica para o município homônimo. De acordo com relatos do naturalista francês Auguste de Saint'Hilaire (1816–1822), a abundância de pescados e a imponência das águas do rio marcaram sua experiência durante a expedição. Ao longo da história, o rio serviu como rota de integração, fonte de alimento e fator de fixação populacional, conforme descreve Hobold (2005, p.152).

[...] como estás desfigurado, aniquilado, o soberbo e possante rio Araranguá, como teu fabuloso manancial de águas em toda a sua extensão sem atenuação à cor profunda da realidade e com o teu outro tão fabuloso habitat de pescado que eu constatei em inícios de junho de 1820 quando por aqui passei?

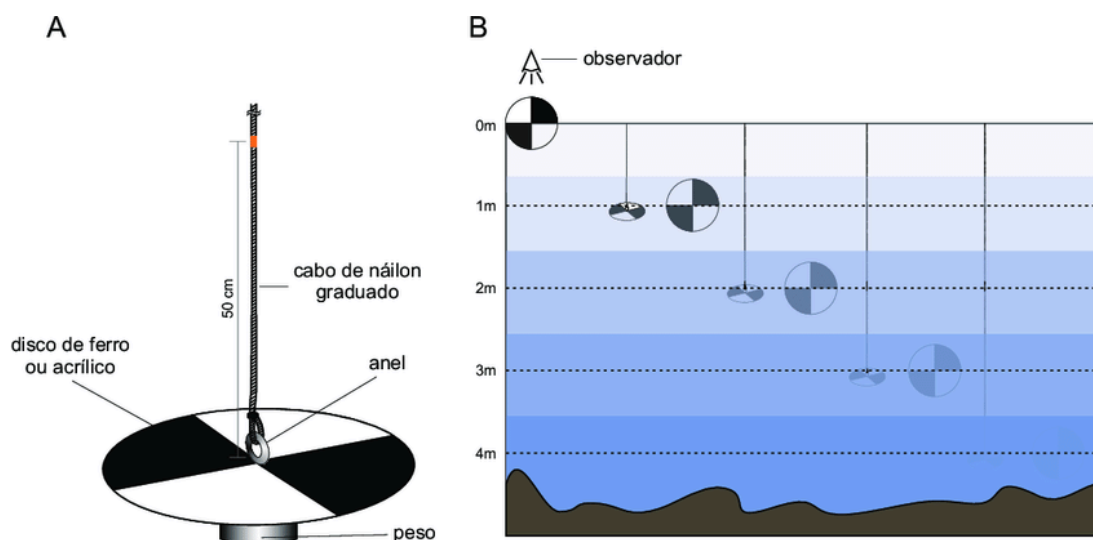
Atualmente, sua bacia hidrográfica abrange uma área de aproximadamente 3.089 km², englobando atividades como mineração, rizicultura, pesca e turismo. Contudo, tais usos intensivos vêm comprometendo sua qualidade ambiental, com destaque para a degradação das matas ciliares, o assoreamento e a poluição por resíduos sólidos e industriais, especialmente oriundos da mineração de carvão.

A turbidez é um dos principais indicadores de alteração na qualidade da água. (Sperling, 2005). Este parâmetro reflete a presença de partículas suspensas que dispersam e absorvem a luz, dificultando sua penetração. A alta turbidez pode estar relacionada tanto a causas naturais (geologia local, erosão) quanto a ações antrópicas (lixiviação agrícola, escoamento urbano). Além de dificultar o tratamento da água, interfere na penetração de luz, afetando diretamente a fotossíntese aquática e os níveis de oxigênio dissolvido.

Segundo Sperling (2005), a turbidez é definida como a medida da resistência que a água oferece à passagem da luz, devido à presença de partículas em suspensão como argilas, compostos orgânicos e microrganismos. Conforme Dallanora (2023), a turbidez pode ser determinada por dois métodos principais: a turbidimetria e a nefelometria. A turbidimetria mede a atenuação (redução gradual da intensidade do fluxo luminoso) de um raio de luz ao atravessar um meio líquido. Já a nefelometria segundo método mede a dispersão da luz em ângulos entre 45° e 90°, que ocorre quando o feixe de luz incide em uma superfície irregular e se reflete em várias direções. Um instrumento simples para determinação da turbidez é o disco de Secchi, constituído de um disco pesado preso a uma fita métrica ou cordão que é

afundado na água até seu desaparecimento (Figura 1). O disco pode ser inteiramente branco ou dividido em quatro partes, alternando cores branca e preta (Pompêo, 1999).

Figura 1: esquema representativo do Disco de Secchi: (A) instrumento; (B) observações da transparência da água.



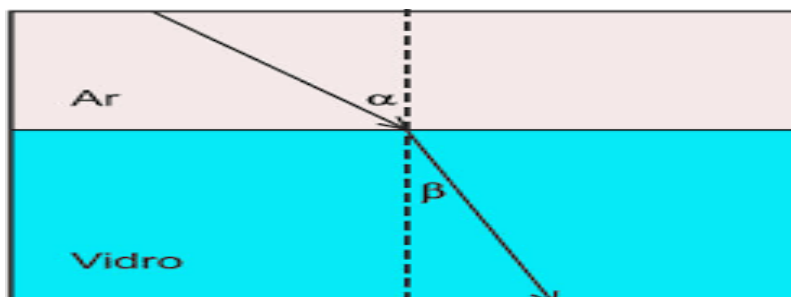
Fonte: Calazans (2011).

Estudos apontam que o estuário¹ do Rio Araranguá sofre influência de águas ácidas vindas da bacia do Rio Mãe Luzia. Quando essas águas ácidas entram em contato com águas salinas costeiras, ocorre a floculação de sedimentos, formando depósitos com coloração alaranjada (D'Aquino; Pereira Filho; Schettini, 2010). Esse fenômeno afeta os níveis de turbidez e as trocas ecológicas no estuário.

A óptica, ramo da Física que estuda os fenômenos relacionados à luz, como sua propagação, reflexão, refração, dispersão e absorção (Gaspar, 2019), fornece as bases para compreender como a energia luminosa interage com os corpos d'água. Segundo Bonjorno *et al.* (2020), em um meio homogêneo e transparente, a luz se propaga em linha reta, mas ao passar de um meio para outro (como do ar para a água) ocorre o fenômeno da refração, caracterizado pela mudança na velocidade e direção da luz, conforme descrito pela Lei de Snell-Descartes (Figura 2).

¹ Um estuário é um corpo d'água costeiro parcialmente fechado, onde a água doce de rios se mistura com a água salgada do oceano, criando um ambiente de transição (água salobra) com alta produtividade biológica, servindo como berçário para diversas espécies marinhas e abrigando ecossistemas únicos e importantes para a vida selvagem e humana.

Figura 2: propagação da luz indicando o processo de refração.



Fonte: Bonjorno *et al.* (2020)

A quantidade de luz que penetra na coluna d'água é determinada por três fatores principais, de acordo com Soares-Gomes e Figueiredo (2002):

- O ângulo de incidência dos raios luminosos;
- O índice de refração dos meios envolvidos;
- A presença de partículas em suspensão.

O processo de dispersão da luz em águas turvas, conforme Dallanora (2023), ocorre quando as partículas em suspensão espalham as diferentes frequências do espectro visível. Já a absorção, que converte parte da energia luminosa em calor, é mais intensa nas faixas vermelha e infravermelha. Esses fenômenos explicam por que em águas claras a luz azul-verde penetra mais profundamente e em águas turvas ocorre rápida atenuação luminosa, limitando a zona eufótica² (Nunes, 2019).

A relação entre esses processos físicos e os sistemas biológicos fica evidente quando se analisa a produção primária em ecossistemas aquáticos. Como observado por Pereira e Costa (2023), a redução na penetração da luz pode diminuir em até 70% a atividade fotossintética do fitoplâncton em águas com alta turbidez.

3.1 ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

3.1.1 Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica

² A zona eufótica é a camada superior de um corpo de água (oceano, lago ou rio) que recebe luz solar suficiente para permitir a realização da fotossíntese pelas plantas e algas aquáticas. É a região de maior produção primária e biodiversidade no ambiente aquático.

Este trabalho fundamenta-se na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC), desenvolvida por Marco Antônio Moreira com base nas ideias de David Ausubel e Neil Postman. A Teoria da aprendizagem significativa crítica propõe que o ensino deve considerar os conhecimentos prévios dos alunos e promover sua reestruturação por meio de novas experiências cognitivas. Assim, o estudante deixa de ser um receptor passivo e passa a ser protagonista de sua aprendizagem (Moreira, 2005, 2012).

Segundo Ausubel (1978), a aprendizagem significativa ocorre quando o novo conteúdo se ancora em conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno, promovendo a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Para isso, é necessário que o conteúdo seja apresentado de forma lógica, sequencial e significativa.

A proposta da TASC também enfatiza o papel da linguagem, da metacognição, da consciência semântica e do pensamento crítico. O erro passa a ser valorizado como parte do processo de aprendizagem, e o professor atua como mediador que estimula o aluno a investigar, dialogar e construir significados coletivamente (Damásio; Peduzzi, 2015).

3.1.2 Referencial metodológico: Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) constituem uma metodologia inspirada na Teoria da Aprendizagem Significativa. Segundo Moreira (2011), as UEPS devem ser planejadas com base em princípios que favoreçam a aprendizagem crítica, articulando conteúdos científicos a situações reais, problematizadoras e interdisciplinares.

Dentre os passos para a construção de uma UEPS, destacam-se: a definição do tópico, a exploração dos conhecimentos prévios, a apresentação de organizadores prévios (vídeos, textos, experimentos), a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a avaliação formativa.

No presente trabalho, a UEPS terá como eixo a análise da turbidez da água do Rio Araranguá, articulando os conceitos de óptica (propagação da luz), biologia (fotossíntese) e química (oxigênio dissolvido). As atividades práticas e a saída de campo atuam como catalisadores da aprendizagem.

3.1.3 A epistemologia de Paul Feyerabend

Paul Feyerabend, filósofo austríaco da ciência, propôs uma visão crítica e pluralista da ciência em sua obra “Contra o Método” (Feyerabend, 2007). Para o autor, não há um único método científico válido; ao contrário, a ciência deve se abrir a diferentes formas de conhecimento, inclusive populares ou tradicionais.

Sua epistemologia propõe que o ensino de ciências deve incentivar o pensamento livre, a autonomia e a participação ativa dos alunos, rompendo com o modelo autoritário e racionalista. A ciência, segundo Feyerabend, não deve ser imposta como verdade absoluta, mas discutida criticamente em sala de aula, considerando o contexto sociocultural dos estudantes (Damásio; Peduzzi, 2015).

Nesse sentido, o ensino baseado na epistemologia de Feyerabend favorece a abordagem interdisciplinar e a valorização da história da ciência como forma de compreender a diversidade de caminhos percorridos na construção do saber científico.

3.1.4 A interdisciplinaridade como abordagem educacional

A interdisciplinaridade é entendida como a integração entre saberes, rompendo com a fragmentação do conhecimento. Para Fazenda (2017), ela não se resume à justaposição de conteúdos, mas implica diálogo, interconexão e cooperação entre diferentes áreas.

No contexto do ensino de Ciências da Natureza, a interdisciplinaridade permite que os alunos compreendam fenômenos complexos, como a poluição hídrica, sob múltiplas perspectivas: física, química, biológica, ecológica e social. Ao investigar a turbidez do Rio Araranguá, os estudantes são levados a refletir sobre as causas e consequências ambientais deste fenômeno, articulando teoria e prática.

A proposta interdisciplinar apresentada neste trabalho, ao articular conteúdos de óptica, fotossíntese e oxigênio dissolvido, visa promover uma aprendizagem mais integrada, contextualizada e significativa.

4 METODOLOGIA

A presente proposta metodológica foi estruturada em quatro etapas principais, organizadas para promover uma abordagem interdisciplinar e contextualizada do ensino de Ciências da Natureza, com foco na análise da turbidez da água do Rio Araranguá como elemento integrador de conteúdos de Física, Química e Biologia.

4.1 ETAPAS DE CONSTRUÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

4.1.1 Etapa 1: Revisão bibliográfica

Nesta etapa, realizou-se uma busca em periódicos nacionais classificados com estratos Qualis A1, A2 e B1 nas áreas de Ensino de Ciências e Educação Ambiental. A pesquisa foi limitada aos últimos quatorze anos e teve como objetivo identificar abordagens didáticas envolvendo:

- a) rios e águas nas aulas de Física;
- b) interdisciplinaridade entre Física, Química e Biologia;
- c) qualidade da água como tema de ensino.

Foram selecionados artigos com base na leitura dos títulos e resumos, priorizando aqueles que abordavam estratégias metodológicas aplicadas ao Ensino Médio. Os dados foram sistematizados em uma tabela (ver seção 4.2) e subsidiaram a construção da proposta didática.

4.1.2 Etapa 2: Planejamento das aulas

A segunda etapa consistiu na adequação dos conteúdos selecionados para uma abordagem interdisciplinar por meio da construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). As atividades propostas foram organizadas com o objetivo de estimular a participação ativa dos alunos, considerando diferentes estilos de aprendizagem e contextos escolares.

Essa etapa incluiu a definição dos conteúdos curriculares, a elaboração de atividades práticas e experimentais, e a seleção de recursos pedagógicos como vídeos, mapas conceituais, textos informativos e roteiros de observação.

4.1.3 Etapa 3: Elaboração da UEPS

A construção da UEPS seguiu as etapas propostas por Moreira (2011), contemplando os seguintes elementos:

- Definição do tópico central: análise da turbidez da água do Rio Araranguá e sua relação com a penetração da luz, a fotossíntese e os níveis de oxigênio dissolvido;
- Ativação dos conhecimentos prévios: utilização de textos, vídeos e questionários sobre o rio e sua importância ambiental;
- Situação-problema inicial: debate em sala de aula a partir da pergunta “por que a luz não penetra da mesma forma em todas as águas?”;
- Organizador prévio: saída de campo ao Rio Araranguá para observação direta e coleta de amostras de água;
- Diferenciação progressiva: aprofundamento dos conceitos de óptica, fotossíntese e oxigênio dissolvido nas aulas subsequentes;
- Reconciliação integradora: discussão final conectando os dados da saída de campo aos conceitos teóricos;
- Avaliação formativa: registro de produções escritas, fotografias, vídeos, relatórios e rodas de conversa como instrumentos de avaliação da aprendizagem significativa.

4.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica foi restrita aos últimos quatorze anos, realizada nos seguintes periódicos, em língua portuguesa: Revista Brasileira do Ensino de Física, A1; Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, A1; Caderno Brasileiro de Ensino de Física, A2; Alexandria: Revista em Educação em Ciência e Tecnologia, A2; Investigações em Ensino de Ciências, A2; Experiência em Ensino de Ciências, B1; A Física na Escola, B2; Ciência & Educação, A2; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, A2; Aprendizagem Significativa em Revista, B2.

Os indicadores pesquisados foram: análise do tema rio e suas águas nas aulas de Física; Física, Química e Biologia na interdisciplinaridade; a água e suas qualidades como um organizador sequencial. Os artigos foram selecionados pelos títulos e leitura do resumo. Ressalta-se que não foram citados todos os trabalhos

acerca dos temas publicados, apenas aqueles que contribuíram com o desenvolvimento da pesquisa. A Tabela 1 indica a quantidade de artigos selecionados para este estudo.

Tabela 1: resultados da revisão bibliográfica, com base nos indicadores selecionados.

Periódico	Rio e suas águas nas aulas de física	Física, química e biologia na interdisciplinaridade	A água e suas qualidades
Revista Brasileira do Ensino de Física	1	0	0
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	0	0	0
Alexandria: Revista em Educação em Ciência e Tecnologia	1	0	0
Investigações em Ensino de Ciências	0	1	1
Experiência em Ensino de Ciências	1	0	0
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	1	0	0
Total	4	1	1

Fonte: a autora.

Fica assim evidente que são poucos os trabalhos que relacionam as águas de rio em estudos sobre óptica e outros aspectos interdisciplinares, o que justifica a presente proposta. Os estudos selecionados considerados relevantes para o desenvolvimento desta pesquisa serão descritos nas subseções a seguir.

4.2.1 Rio e suas águas nas aulas de física

De acordo com Silvestre (2022) o carvão catarinense vem sendo explorado para fins energéticos e metalúrgicos há mais de 100 anos. A carência de planejamento e políticas ambientais, durante anos não foram adotadas técnicas adequadas. Este trabalho teve por objetivo descrever o comportamento do pH no estuário do rio Araranguá. Condições de pH, temperatura, salinidade, vazão dos rios, pluviometria, direção e intensidade dos ventos e condições de maré foram

monitorados por meio de campanhas semanais em 7 pontos na região costeira e estuário. Com a análise realizada foi possível caracterizar o comportamento do pH no estuário. Durante o desenvolvimento da pesquisa verificou-se que a dependência da vazão e pluviométrica obteve um padrão.

No período em que o estuário foi avaliado ele estava operando com 80% do tempo, desempenhando um papel filtrante, onde recebe água com baixo pH através do rio mãe luzia e sendo entregue a zona costeira com pH neutro. Sendo que nesta condição foram encontrados focos de suspensão dispersos. Este trabalho demonstra uma discussão de relações entre impactos da atividade carbonífera no ambiente estuarino e costeiro, que aponta poucas ações preventivas à poluição.

Cabe ressaltar que estuários são ambientes de transição entre os continentes e o oceano, onde as águas continentais, trazidas pelos rios encontram o mar, resultando em uma mistura das águas. Normalmente, as águas estuarinas são mais produtivas em termos biológicos que as águas dos rios, e do oceano próximo, uma vez que características da circulação hidrodinâmica local aprisionam nutrientes, algas e plantas, estimulando a produtividade destes corpos (Miranda; Castro; Kjerfve, 2002)

4.2.2 Física, Química e Biologia na interdisciplinaridade

De acordo com Carminatti e Del Pino (2011), o Ensino Médio no Estado do Rio Grande do Sul passou por reformulações, sendo que no ano de 2011 houve a implantação da proposta do Ensino Médio Politécnico pela Secretaria Estadual de Educação.

A proposta surgiu para melhorar a educação básica estadual, no que abrange o Ensino Médio, então foi pensado na necessidade de superar o ensino disciplinar e conteudista tendo em vista a interdisciplinaridade e a integração do currículo. Essas mudanças implicam na criação de outras áreas do conhecimento. A partir dos saberes docentes os educadores da área de ciência da natureza passaram a ser construído um relato dos resultados da pesquisa que foi realizada para uma investigação de que maneira o professor trabalha a interdisciplinaridade.

O método utilizado foi uma pesquisa etnográfica, que permitiu coletar dados de percepções e opiniões dos professores investigados, nesta pesquisa foram nove professores da área de ciência da natureza, que agrupa disciplinas de Química,

Física e Biologia de duas escolas de ensino médio do estado do Rio Grande do Sul.

Neste segundo artigo relatou-se por Alves e de Souza o estudo que obteve nesta foi uma metodologia da pesquisa educacional que vai de encontro ao ensino da ciência. A educação ambiental crítica foi abordada no enfoque educacional em ciências e tecnologia e sociedade. Pesquisa com abordagens qualitativas de investigação que foi debatido por professores mestrando, o tema transposição do rio São Francisco. Houve uma coleta que optou pela utilização de registros de observações, transcrições de áudios, questionários e análises do relatório final dos grupos foram igualmente tratados pela Análise Textual Discursiva (ATD).

Os mestrandos atribuíam uma visão ingênua e neutra sobre a Ciência, Tecnologia e relações, no entanto, a atuação e reflexão deles a partir do uso da técnica de controvérsia controlada revelaram potenciais contribuições à alfabetização científica e ratificou que a técnica é uma metodologia eficaz na promoção de discussões sobre CTS e educação ambiental crítica (EA Crítica).

4.2.3 A água e parâmetros de qualidade

O tema escolhido foi fazer um levantamento para conhecer algum projeto que relatasse sobre o Rio e a qualidade da água. Nesta revisão de literatura buscou-se trazer artigos que relatasse sobre o Rio e as qualidades que a água tem e que tenha propostas didáticas a serem aplicadas com os alunos do Ensino Médio.

Conforme Oliveira de Aguiar, conhecer a disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas é fundamental para gerenciar os diversos usos das águas. A análise das vazões pode ser estabelecida por meio da curva de permanência, usando dados mensais e diários medidos em estações fluviométricas. No entanto, a elaboração das curvas de permanência pode ser prejudicada pela inexistência ou pela baixa densidade de estações fluviométricas, que não abrange a totalidade da bacia ou dos locais de interesse.

A finalidade de suprir essa deficiência, a regionalização de vazões tem sido uma técnica amplamente utilizada. O método possibilita transferir informações de vazões de um local para outro, dentro de uma área com comportamento hidrológico semelhante. O presente trabalho teve por objetivo avaliar as vazões periódicas, estimadas através do método tradicional de regionalização, para as bacias dos rios Araranguá, Tubarão e Urussanga, localizadas no sul de Santa Catarina.

Na regionalização foram utilizadas as variáveis explicativas: área de drenagem, comprimento do rio principal, precipitação média anual da bacia e declividade média da bacia. Essas vazões podem auxiliar nos estudos hidrológicos que necessitam dessas informações em locais com escassez de dados, bem como os gestores nos processos de outorga de uso da água nas bacias do sul de Santa Catarina.

5 CONSTRUÇÃO DA PROPOSTA DE TRABALHO

A proposta didática baseia-se na análise da turbidez da água do Rio Araranguá para abordar conteúdos de óptica e temas correlatos, como fotossíntese e oxigênio dissolvido. A prática pedagógica será desenvolvida por meio da aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), articulando atividades teóricas, práticas e investigativas. A seguir, detalham-se os principais momentos da proposta.

5.1 - UEPS: A TURBIDEZ DA ÁGUA DO RIO ARARANGUÁ: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR EM FÍSICA, QUÍMICA E BIOLOGIA

Tema central:

Como a turbidez da água do Rio Araranguá interfere na penetração da luz, nos processos de fotossíntese aquática e nos níveis de oxigênio dissolvido?

Aula 1 – Ativação de conhecimentos prévios e organização da aprendizagem

A proposta tem início com uma aula introdutória que tem por objetivo despertar o interesse dos alunos pelo tema e mobilizar seus conhecimentos prévios. A atividade começa com a exibição de imagens e pequenos vídeos do Rio Araranguá, evidenciando variações visuais relacionadas à cor da água, vegetação, construções e presença de resíduos/poluentes. Em seguida, o professor propõe perguntas disparadoras como:

- “Você conhece o Rio Araranguá?”;
- “Como a qualidade da água pode afetar os seres vivos que nela habitam?”;
- “De onde vem a água que bebemos em Araranguá?”;

- “A luz consegue atravessar a água de um rio turvo?”.

Os alunos discutem essas questões em grupos ou duplas e compartilham suas ideias em um cartaz coletivo.

A discussão culmina na formulação do problema central da UEPS: “Como a turbidez da água do Rio Araranguá pode influenciar na passagem da luz, na fotossíntese aquática e na presença de oxigênio na água?”. Ao final, o professor apresenta a proposta da saída de campo e entrega aos grupos fichas de observação para uso na atividade prática, além de organizar grupos que terão tarefas e responsabilidades.

Aula 2 – Saída de campo: observação e coleta de dados

A segunda aula será realizada em campo, com visita ao Rio Araranguá para observação direta e coleta de dados. Os alunos serão divididos em grupos, com funções definidas, como anotadores, responsáveis pela medição com o disco de Secchi, coleta de amostras, registro fotográfico e observação ambiental.

Com apoio do professor, cada grupo aplicará o protocolo de medição da turbidez, utilizando o disco de Secchi. O disco será mergulhado no rio, por intermédio do professor, com registro da profundidade em que o disco deixa de ser observado. Também haverá coletas de amostras de água para posterior análise no laboratório da escola. Além disso, registraram aspectos ambientais como odor, cor, vegetação, presença de lixo e tipo de solo. A atividade será encerrada com uma breve roda de conversa no próprio local, para socialização das primeiras impressões e questionamentos. Os dados e materiais coletados serão levados à escola para análise laboratorial na próxima aula.

Aula 3 – Atividades de laboratório: análise da qualidade da água

Na terceira aula, os estudantes realizarão as análises das amostras coletadas. Inicialmente, o professor retomará as normas de segurança do laboratório e organizará os grupos para medirem o oxigênio dissolvido (OD), através de reações químicas indicadas por *kit* experimental para este fim.

Os alunos preencherão tabelas com os dados obtidos. O professor orientará a interpretação desses dados, destacando, por exemplo, que baixos níveis de OD

indicam possível poluição ou baixa taxa de fotossíntese, e que a alta turbidez pode reduzir a penetração da luz, prejudicando os organismos aquáticos. Durante essa atividade, os estudantes serão incentivados a levantar hipóteses e estabelecer relações entre os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água analisada.

Aula 4 – Sistematização dos conhecimentos e integração interdisciplinar

A última aula será dedicada à sistematização do conhecimento adquirido. O professor revisará com os alunos os conceitos-chave de óptica, fotossíntese e qualidade da água, construindo com eles uma linha do tempo conceitual. Os grupos produzirão materiais de síntese, como mapas conceituais, infográficos ou cartazes, que deverão integrar os dados coletados em campo, as análises realizadas no laboratório e os conceitos estudados. Cada grupo apresentará sua produção para a turma, explicando os processos e relações entre os fenômenos observados. Ao final, será realizada uma avaliação individual, na forma de um pequeno texto reflexivo, em que os alunos responderão à pergunta: “O que eu aprendi sobre o Rio Araranguá e a relação entre luz, turbidez e vida aquática?”.

6 FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS INTEGRADOS À PROPOSTA

Esta seção apresenta os conteúdos científicos que fundamentam a proposta pedagógica, permitindo ao professor aprofundar os conceitos com os alunos após a saída de campo e as análises em laboratório. Os temas selecionados favorecem a integração entre Física, Química e Biologia, a partir da observação da água do Rio Araranguá.

6.1 TURBIDEZ

A turbidez é um dos principais indicadores da qualidade da água e refere-se à presença de partículas em suspensão que dificultam a passagem da luz. Estas partículas podem incluir argilas, matéria orgânica, resíduos industriais, plâncton e microrganismos.

Do ponto de vista físico, a turbidez afeta a propagação da luz na água, interferindo na penetração luminosa e, conseqüentemente, na fotossíntese dos

organismos aquáticos. Quimicamente, está associada à presença de poluentes e ao aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

No Rio Araranguá, a turbidez pode ter origem tanto natural (erosão, sedimentos das bacias geológicas) quanto antrópica (mineração de carvão, uso de agrotóxicos, escoamento agrícola).

A medida da turbidez será realizada com o Disco de Secchi, instrumento simples e eficaz que indica a profundidade na qual o disco deixa de ser visível, fornecendo uma estimativa da transparência da água.

6.2 OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)

O oxigênio dissolvido é fundamental para a sobrevivência dos organismos aeróbicos aquáticos. Sua presença está diretamente relacionada à fotossíntese, à respiração dos seres vivos e aos processos de decomposição da matéria orgânica.

Valores baixos de OD (menores que 5 mg/L, segundo a Resolução CONAMA 357/05) indicam ambientes poluídos ou eutrofizados, podendo resultar em morte de peixes e desequilíbrio ecológico. Em condições críticas (OD < 2 mg/L), ocorre a hipóxia³, prejudicando até mesmo os organismos mais tolerantes.

A concentração de OD varia conforme:

- Temperatura: águas frias retêm mais oxigênio;
- Profundidade: camadas superficiais tendem a ter mais oxigênio;
- Turbidez: impede a luz e reduz a fotossíntese;
- Carga orgânica: aumenta a atividade bacteriana e o consumo de OD.

6.3 LUZ E SUA PROPAGAÇÃO NA ÁGUA

A luz solar é a principal fonte de energia para os ecossistemas aquáticos. A propagação da luz na água é determinada por fenômenos físicos como reflexão, refração, dispersão e absorção:

- Refração: ocorre ao passar do ar para a água, com alteração na velocidade e direção da luz.
- Dispersão: a luz branca se espalha em diferentes direções ao encontrar partículas em suspensão.

³ Hipóxia é a falta de oxigênio suficiente nos tecidos e células do corpo, essencial para suas funções vitais

- Absorção: a água absorve parte da luz, especialmente nas faixas vermelha e infravermelha, permitindo maior penetração da luz azul-esverdeada.

Em águas límpidas, a luz pode atingir maiores profundidades, favorecendo a fotossíntese. Já em águas turvas, a penetração luminosa é reduzida, limitando o desenvolvimento de algas e fitoplâncton e afetando o teor de oxigênio dissolvido.

6.4 FOTOSSÍNTESE AQUÁTICA

A fotossíntese é realizada por organismos como algas, cianobactérias e plantas submersas, que utilizam a luz solar para converter gás carbônico (CO_2) e água (H_2O) em glicose e oxigênio. É o processo essencial para a produção de oxigênio dissolvido nos ambientes aquáticos.

No entanto, a fotossíntese só ocorre se a luz penetrar na coluna d'água. Em rios muito turvos, o fundo permanece escuro, comprometendo o equilíbrio ecológico e a sobrevivência de organismos que dependem de oxigênio.

A relação entre turbidez, luz e fotossíntese constitui um excelente exemplo de interdisciplinaridade entre Física (óptica), Biologia (ecossistemas aquáticos) e Química (reações redox, OD, pH), e será o foco principal da proposta pedagógica.

7 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que, ao final da aplicação das UEPS, a abordagem permita aos alunos estabelecer relações qualitativas entre a turbidez da água e a penetração luminosa no Rio Araranguá, e suas consequências perante à fotossíntese e o oxigênio dissolvido na água. Pretende-se que os estudantes sejam capazes de correlacionar a redução da visibilidade do disco com a limitação da atividade fotossintética, compreendendo como o excesso de partículas em suspensão pode comprometer a produtividade primária do ecossistema aquático.

Esta conexão entre parâmetros físicos e biológicos deverá ser evidenciada nos relatórios produzidos pelos grupos, onde se espera que identifiquem padrões como a diminuição da profundidade de desaparecimento do disco em áreas com maior turbidez.

Apesar do potencial educativo da atividade, algumas limitações devem ser consideradas. A avaliação exclusivamente qualitativa da turbidez através do disco

de Secchi, embora didática, não permite análises quantitativas precisas sobre as variações sazonais ou comparações com padrões de qualidade da água. A ausência de medições de pH e outros parâmetros físico-químicos, embora deliberada para focar nos aspectos ópticos, limita a compreensão mais abrangente da qualidade da água.

Superando essas limitações, a atividade tem como principal objetivo promover uma compreensão integrada dos fenômenos naturais, onde os alunos possam associar conceitos de óptica com outros aspectos do conhecimento em outras áreas. Os resultados da aprendizagem serão avaliados através da análise dos relatórios, da participação nos debates e da capacidade de propor soluções simples para problemas locais identificados, como o assoreamento ou a preservação das matas ciliares. A atividade servirá como base para futuras investigações mais aprofundadas, podendo ser expandida com a incorporação de outros parâmetros em etapas posteriores do processo educativo.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo propor uma abordagem didática interdisciplinar a partir da análise da turbidez da água do Rio Araranguá, integrando os conteúdos de óptica, fotossíntese e oxigênio dissolvido. A proposta foi estruturada com base na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica e na construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), visando promover uma aprendizagem contextualizada, investigativa no e ambientalmente engajada.

Ao relacionar conceitos das áreas da Física, da Química e da Biologia em torno de um problema real e local (a qualidade da água de um rio com valor simbólico e histórico para a cidade) buscou-se promover a compreensão de fenômenos naturais sob algumas perspectivas, pretendendo superar a fragmentação disciplinar ainda predominante no ensino médio. A realização da saída de campo, a coleta de dados e a posterior análise em laboratório configuram práticas pedagógicas que favorecem o protagonismo discente e a construção ativa do conhecimento.

A proposta também visa sensibilizar os estudantes para os impactos das ações humanas sobre os recursos hídricos, incentivando posturas críticas e

responsáveis em relação ao meio ambiente. Nesse sentido, o trabalho contribui não apenas para a aprendizagem dos conteúdos científicos, mas também para a formação de cidadãos conscientes e atuantes.

Entre os principais desafios identificados, destacam-se as exigências logísticas da saída de campo, a necessidade de formação continuada dos professores para atuar de forma interdisciplinar e as limitações estruturais das escolas públicas em relação a equipamentos e espaços laboratoriais.

Como desdobramento, recomenda-se a aplicação da proposta em diferentes turmas, com adaptações conforme a realidade local e a ampliação do estudo para outros parâmetros da qualidade da água, como presença de metais pesados, coliformes fecais ou temperatura. Além disso, o modelo de UEPS pode ser expandido para outras temáticas ambientais que permitam o diálogo entre ciência, território e cidadania.

Por fim, conclui-se que trabalhar a turbidez da água como eixo integrador de saberes é uma oportunidade pedagógica potente para a construção de um ensino de ciências mais significativo, plural e conectado à realidade dos estudantes.

REFERÊNCIAS

ASSAD, Leonor. Cidades nascem abraçadas a seus rios, mas lhes viram as costas no crescimento. *Ciência e Cultura*, v. 65, n. 2, p. 06-09, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21800/S0009-67252013000200003>. Acesso em: 2 maio. 2023.

BAPTISTA, Márcio Benedito; CARDOSO, Adriana Sales. Rios e cidades: uma longa e sinuosa história... *Revista da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte*, v. 20, n. 2, p. 124–153, 2016. DOI: 10.35699/2316-770X.2013.2693. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistadaufmg/article/view/2693>. Acesso em: 2 mai 2025.

CALAZANS, Danilo Koetz de. **Estudos Oceanográficos: Do instrumental ao prático**. Editora Textos, 2011. Disponível em: <https://cienciasdomarbrasil.furg.br/images/livros/LivroEstudosOceanograficos.pdf>. Acesso em: 23 jun 2025.

CARMINATTI, Bruna; DEL PINO, José Claudio. Concepções dos professores da área das ciências da natureza acerca da construção da interdisciplinaridade no ensino médio politécnico: a contribuição dos saberes docentes na realidade de duas escolas do norte gaúcho. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 2, 2015.

DALLANORA, Hector Vinicius Ribeiro. **Análise de turbidez de líquidos por meio de sensores infravermelhos**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

DAMASIO, Felipe; PEDUZZI, Luiz OQ. Considerações sobre a alcunha atribuída a Paul Feyerabend de “pior inimigo da ciência” e suas implicações para o ensino de ciências. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 329-351, 2017.

DAMASIO, Felipe; PEDUZZI, Luiz OQ. Coerência e complementaridade entre a epistemologia de Paul Feyerabend e a teoria da aprendizagem significativa crítica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 3, p. 61-83, 2015.

DAMASIO, Felipe; PEDUZZI, Luiz OQ A formação de professores para um ensino subversivo visando uma aprendizagem significativa crítica: uma proposta por meio de episódios históricos de ciência. **Labore em Ensino de Ciências**, v. 1, p. 14-34, 2016.

D'AQUINO, Carla de Abreu; PEREIRA FILHO, Jurandir; SCHETTINI, Carlos Augusto França. Fluvial modulation of hydrodynamics and salt transport in a highly stratified estuary. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, p. 165-175, 2010.

FUNASA. MANUAL DE CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA TÉCNICOS QUE TRABALHAM EM ETAS FUNASA FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. 2017. Disponível em:http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/saude-ambiental/-/asset_publisher/G0cYh3ZvWCm9/content/manual-de-controle-da-qualidade-da-agua-para-tecnicos-que-trabalham-em-etas?inheritRedirect=false. Acesso em: 2 mai 2025.

FAZENDA, Ivani. **Interdisciplinaridade: História, teoria e pesquisa**. Papirus Editora, 2017.

HOBOLD, Paulo. **A história de Araranguá**. Complementada e atualizada por Alexandre Rocha. Araranguá, 2005.

MIRANDA, Luiz Bruner de; CASTRO, Belmiro Mendes; KJERFVE, Björn. **Princípios de oceanografia costeira de estuários**. Ed. USP. São Paulo, 2002.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa crítica**. Teoria da Aprendizagem significativa, v. 47, 2005.

NUNES, Patrícia Fernanda dos Santos de et al. Efeito da turbidez sobre a produção primária fitoplanctônica. 2019.

POMPÊO, Marcelo L. M. O disco de Secchi. **Bioikos**, 13(1-2), 1999.

POSTMAN, N.; WEINGARTNER, C. *Contestação – nova fórmula de ensino*. Rio de Janeiro: Editora Expressão e Cultura, 1978.

SANTA CATARINA. **Plano de recursos hídricos da bacia do rio Araranguá**: relatório B1, consolidação das informações sobre recursos hídricos etapa B: diagnóstico e prognóstico dos recursos hídricos. Porto Alegre: Secretaria do Desenvolvimento Econômico Sustentável, 2014.

SOARES-GOMES, Abilio; FIGUEIREDO, Alberto Garcia. O ambiente marinho. **Biologia marinha**, v. 2, p. 1-34, 2002.