



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

QUEZIA REGINA LISBOA BOTELHO FERREIRA

**BIODIVERSIDADE OCEÂNICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM LIVROS
DIDÁTICOS DE UMA COLEÇÃO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**

**São Luís - MA
2025**

QUEZIA REGINA LISBOA BOTELHO FERREIRA

**BIODIVERSIDADE OCEÂNICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM LIVROS
DIDÁTICOS DE UMA COLEÇÃO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, como requisito para a obtenção do título de Mestra.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa.

**São Luís - MA
2025**

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Lisboa Botelho Ferreira, Quezia Regina.

BIODIVERSIDADE OCEÂNICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM LIVROS
DIDÁTICOS DE UMA COLEÇÃO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA / Quezia
Regina Lisboa Botelho Ferreira. - 2025.

178 p.

Orientador(a): Carlos Erick de Brito Sousa.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Ensino de Ciências e Matemática/ccet, Universidade Federal
do Maranhão, São Luís, 2025.

1. Década do Oceano. 2. Meio Ambiente. 3. Objetivos
de Desenvolvimento Sustentável. 4. Materiais Didáticos.
I. de Brito Sousa, Carlos Erick. II. Título.

QUEZIA REGINA LISBOA BOTELHO FERREIRA

**BIODIVERSIDADE OCEÂNICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM LIVROS
DIDÁTICOS DE UMA COLEÇÃO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, como requisito para a obtenção do título de Mestra.

Aprovada em: 01/10/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Erick Brito de Sousa (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Mariana Guelero do Valle
Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Débora Batista Pinheiro Sousa
Universidade do Estado do Maranhão

À minha avó, Maria Iva (minha Diva), que, mesmo sem ter tido as mesmas oportunidades, sempre reconheceu a importância do estudo. À minha mãe, Celma Lisboa, que nunca mediu esforços para que eu realizasse minhas conquistas.

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste mestrado e a escrita desta dissertação representam a realização de um sonho e o culminar de uma longa jornada. No entanto, este caminho não foi percorrido em solidão. Expresso aqui minha mais profunda e sincera gratidão a todos que, de diferentes formas, tornaram esta conquista possível.

Primeiramente agradeço ao meu Senhor, que renovou minhas forças e energias, me sustentando com sua graça e misericórdia, sem Ele nada disso faria sentido.

Ao meu esposo e companheiro, João Pedro, agradeço por toda a paciência e compreensão com minhas ausências, pelo carinho incondicional e por ser meu porto seguro nos momentos de maior cansaço e dúvida. A você, meu amor e gratidão.

À minha família, meu alicerce. À minha querida mãe, Celma Lisboa, e a minha amada avó Maria Iva, por todo o amor, sacrifício, apoio incondicional e por me ensinarem a jamais desistir dos meus sonhos. Aos meus tios Ana Paula, Alexssandro, Célia, Keila e Keiliane, por me apoiarem mesmo sem perceberem, a continuar persistindo todos os dias da minha vida.

Aos meus amigos, que souberam entender minha ausência em tantos encontros e que, mesmo de longe, enviaram energias positivas e palavras de conforto. Em especial a Elzy Jéssica, Gabrielle, Milena e Vanessa, vocês foram essenciais para manter minha sanidade.

As minhas colegas de curso, agradeço pela parceria, pelas discussões produtivas, pelos cafés e momentos de desconpressão. A troca de experiências e o apoio mútuo tornaram os desafios muito mais leves. Um agradecimento especial a Aline, Ananda, Jonaina, Letícia, Livia, Nathália e Tamires.

Agradeço aos professores do mestrado por todo o conhecimento compartilhado em sala de aula e fora dela. Ao apoio da CAPES e CNPq, a quem sou grata, fundamentais para minha dedicação a este projeto. Além disso, as membras da banca, professora Dra. Mariana Guelero do Valle e Dra. Debora Batista Pinheiro Sousa, meus sinceros agradecimentos por aceitarem o convite para avaliar e aprimorar este trabalho.

Agradeço ao meu orientador, professor Dr. Carlos Erick de Brito Sousa, sua orientação segura, rigor acadêmico, paciência infindável e palavras de incentivo foram fundamentais em todas as etapas deste trabalho. Agradeço pela confiança depositada em mim e por me desafiar a ir sempre além. Seus ensinamentos extrapolaram o âmbito acadêmico e certamente me acompanharão por toda a vida.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte desta caminhada. Esta conquista também é de vocês. Muito obrigada!

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Distribuição dos trechos analisados por volume e categoria temática.....	79
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Ecossistemas costeiros e respectivas áreas no Brasil	31
Quadro 2. Abordagem do termo biodiversidade nos PCNEM e PCN+	44
Quadro 3. Abordagem do termo biodiversidade na BNCC.....	52
Quadro 4. Coleção didática e livros escolhidos.....	70
Quadro 5. Categorias temáticas para análise dos livros didáticos.....	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação conceitual da biodiversidade: Níveis de organização, atributos e âmbitos de explicação	24
Figura 2. Fluxograma de desenvolvimento da análise de conteúdo	75
Figura 3. Escala de pH e os efeitos da chuva ácida.	82
Figura 4. Atividade sobre chuva ácida.....	83
Figura 5. Linha de pesca	84
Figura 6. Atividade sobre a qualidade da água do mar.....	86
Figura 7. Destino da produção mundial de plástico em toneladas entre os anos de 1950 e 2017	87
Figura 8. Atividade sobre plásticos.....	88
Figura 9. Atividade relacionada aos plásticos no ambiente.....	90
Figura 10. Imagem relacionada aos plásticos no ambiente	90
Figura 11. Impactos ocasionados pelo rompimento da barragem em Mariana.	93
Figura 12. Infográfico sobre a tragédia de Mariana.....	93
Figura 13. Os resíduos descartados indevidamente podem chegar aos oceanos e prejudicar os ecossistemas marinhos	96
Figura 14. Processo de eutrofização	97
Figura 15. Atividade relacionada a quantidade de nitrato presente na água.....	99
Figura 16. Coleta de amostras de água feita por pesquisador em rio	100
Figura 17. Atividade relacionada a quantidade de oxigênio presente na água	101
Figura 18. Campanha contra o tráfico de animais silvestres do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) de 2014	103
Figura 19. Lago eutrofizado e avião pulverizador	105
Figura 20. Ursos polares caminhando por geleiras derretidas.	107
Figura 21. Atividade sobre a classificação científica da Lontra	108
Figura 22. Atividade sobre a sobrepesca relacionada com a atividade pesqueira	109
Figura 23. Instalação de usina hidrelétrica de Xingó.....	112
Figura 24. Vista da usina hidrelétrica de Itaipu em 1982 (esquerda) e 2002 (direita).....	112
Figura 25. Atividade relacionada à importância da Floresta Amazônica na regulação do clima e do ciclo da água.....	114
Figura 26. Atividade sobre características e importância dos manguezais.....	116
Figura 27. Pesquisadora coletando dados em recifes de corais	117
Figura 28. Colônias de bactérias bioluminescentes marinhas.	118
Figura 29. Gráfico demonstrando a matriz energética brasileiro em 2018.....	120
Figura 30. Usina que utiliza energia das marés para a geração de energia elétrica.	121
Figura 31. Representação da estrutura de uma usina hidrelétrica.....	122
Figura 32. Representação da estrutura de uma usina oceânica.....	123
Figura 33. Atividade sobre energia elétrica e o regime de chuvas.	124
Figura 34. Protozoário com pseudópodes, da espécie <i>Entamoeba histolytica</i>	126
Figura 35. Algas vermelhas, da espécie <i>Asparagopsis</i> sp.....	126
Figura 36. Representação de uma cadeia alimentar do Bioma Pantanal	128

Figura 37. Representação esquemática do fluxo de energia em uma cadeia alimentar.....	128
Figura 38. Fonte hidrotermal, localizada no Oceano Atlântico	130
Figura 39. Estromatólitos.....	131
Figura 40. Informações sobre células procarióticas e sua evolução	131

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CDB – Convenção sobre Diversidade Biológica

CO – Cultura Oceânica

DE – Diversidade de Espécies

DF – Diversidade Filogenética

DG – Diversidade Genética

EA – Educação Ambiental

EAMC – Educação Ambiental Costeira e Marinha

LD – Livro Didático

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

NEM – Novo Ensino Médio

ODS – Objetivo de Desenvolvimento Sustentável

ODM- Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

ONU – Organização das Nações Unidas

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio

PNLD – Programa Nacional do Livro e do Material Didático

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

RESUMO

A Educação Ambiental (EA) é essencial para a formação de sujeitos críticos e conscientes, especialmente diante dos desafios socioambientais contemporâneos. No contexto da Educação Ambiental Marinha e Costeira (EAMC), sua importância se amplia ao promover uma compreensão ética, científica e crítica sobre a conservação dos oceanos. Nesse sentido, esta dissertação teve por objetivo analisar como a biodiversidade marinha e a EA são abordadas em uma coleção de livros didáticos de Ciências da Natureza do Ensino Médio, distribuída pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) 2021–2024, adotada em escolas públicas estaduais de São Luís – MA. A pesquisa é de natureza qualitativa, com análise documental e de conteúdo, centrada na coleção composta por seis volumes. Foram definidas quatro categorias temáticas a posteriori: Conservação Marinha, Ecossistemas Oceânicos, Poluição Marinha e Serviços Ecossistêmicos Marinhos. Foram encontrados 47 trechos na coleção, que abordavam, direta ou indiretamente, a biodiversidade oceânica e a EA. Os resultados demonstram que, embora as temáticas estejam presentes, percebe-se uma superficialidade e fragilidades ao longo da coleção. O tipo de EA predominante foi a de caráter pragmático, voltada à resolução de problemas com foco técnico e instrumental, bem como a presença do caráter conservacionista. As causas estruturais da crise ambiental, como padrões de produção e consumo insustentáveis foram pouco problematizadas. Elementos da EA Crítica e emancipatória aparecem pontualmente, mas de forma insuficiente para promover reflexões mais profundas ou ações transformadoras. Além disso, observa-se uma frágil articulação com os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), como os ODS 14 e com os princípios da Década do Oceano, o que limita o potencial formativo do material. Assim, evidencia-se a necessidade de fortalecer e qualificar a presença da biodiversidade marinha e EA nos livros didáticos, incentivando práticas pedagógicas que estimulem o pensamento crítico, o engajamento e o protagonismo dos estudantes frente à crise ambiental que afeta drasticamente os oceanos, ecossistemas marinhos e costeiros, a sociedade e o meio ambiente.

Palavras-chave: Década do Oceano. Meio Ambiente. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Materiais didáticos.

ABSTRACT

Environmental Education (EE) is essential for the formation of critical and conscious individuals, especially in the face of contemporary socio-environmental challenges. In the context of Marine and Coastal Environmental Education (MCEE), its importance is amplified by promoting an ethical, scientific, and critical understanding of ocean conservation. In this sense, this dissertation aimed to analyze how marine biodiversity and EE are addressed in a collection of High School Natural Sciences textbooks, distributed by the National Textbook and Didactic Material Program (PNLD) 2021–2024, adopted in state public schools in São Luís – MA. The research is qualitative in nature, with documentary and content analysis, centered on the collection composed of six volumes. Four a posteriori thematic categories were defined: Marine Conservation, Oceanic Ecosystems, Marine Pollution, and Marine Ecosystem Services. A total of 47 excerpts were found in the collection that directly or indirectly addressed oceanic biodiversity and environmental education. The results show that, although the themes are present, a superficiality and fragility are perceived throughout the collection. The predominant type of environmental education was of a pragmatic nature, focused on problem-solving with a technical and instrumental focus, as well as the presence of a conservationist character. The structural causes of the environmental crisis, such as unsustainable production and consumption patterns, were little problematized. Elements of Critical and emancipatory EE appear sporadically, but insufficiently to promote deeper reflections or transformative actions. Furthermore, a fragile articulation with the sustainable development goals (SDG), such as SDG 14, and with the principles of the Ocean Decade is observed, which limits the formative potential of the material. Thus, the need to strengthen and qualify the presence of marine biodiversity and environmental education in textbooks is evident, encouraging pedagogical practices that stimulate critical thinking, engagement, and the protagonism of students in the face of the environmental crisis that drastically affects the oceans, marine and coastal ecosystems, society and environment.

Keywords: Ocean Decade. Environment. Sustainable Development Goals. Didactic materials.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 <i>Objetivo Geral</i>	19
1.2 <i>Objetivos específicos.....</i>	19
2. ABORDAGENS SOBRE BIODIVERSIDADE NO CONTEXTO HISTÓRICO, CIENTÍFICO E EDUCACIONAL	21
2.1 <i>Conceitos e histórico da biodiversidade.....</i>	21
2.2 <i>Biodiversidade Marinha no Mundo e no Brasil</i>	25
2.2 <i>Diversidade dos ecossistemas oceânicos.....</i>	29
3. DOCUMENTOS OFICIAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA, ENSINO DE BIOLOGIA E BIODIVERSIDADE MARINHA.....	37
3.1 <i>Parâmetros Curriculares Nacionais, documentos complementares e biodiversidade marinha</i>	37
3.2 <i>As Orientações Curriculares para o Ensino Médio, o Novo Ensino Médio, a Base Nacional Comum Curricular e Biodiversidade Marinha</i>	46
4. EDUCAÇÃO AMBIENTAL MARINHA E COSTEIRA E OS LIVROS DIDÁTICOS.....	54
4.1 <i>Educação Ambiental Marinha e Costeira e a Cultura Oceânica</i>	58
4.2 <i>Agenda 2030, Década do Oceano e o ODS 14.....</i>	63
5. METODOLOGIA.....	67
5.1 <i>A coleção didática escolhida</i>	68
5.2 <i>Análise de Conteúdo.....</i>	72
5.3 <i>Organização das categorias temáticas</i>	76
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	79
6.1 Poluição Marinha nos livros analisados.....	80
6.1.1 <i>Volume Saúde, Sociedade e Meio Ambiente</i>	80
6.1.2 <i>Volume Matéria, Energia e Vida</i>	97
6.1.3 <i>Volume Ciência, Tecnologia e Cidadania</i>	100
6.2 Conversação Marinha nos livros didáticos.....	102
6.2.1 <i>Ciência, Sociedade e Ambiente.....</i>	102

6.2.2 <i>Matéria, energia e vida</i>	106
6.2.3 <i>Origens</i>	107
6.2.4 <i>Eletricidade na sociedade e na vida</i>	110
6.3 Serviços ecossistêmicos marinhos	113
6.3.1 <i>Matéria, energia e vida</i>	113
6.3.2 <i>Ciência, tecnologia e cidadania</i>	117
6.3.3 <i>Eletricidade na sociedade e na vida</i>	119
6.4 Ecossistemas oceânicos	125
6.4.1 <i>Ciência, Sociedade e Ambiente</i>	125
6.4.2 <i>Matéria, energia e vida</i>	127
6.4.3 <i>Origens</i>	129
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	133
REFERÊNCIAS	136

1. INTRODUÇÃO

Ao longo de minha trajetória na graduação no curso de Licenciatura em Biologia, realizada pelo Instituto Federal do Maranhão (IFMA), obtive muito interesse pelo campo educacional alinhado com a perspectiva da educação ambiental, particularmente, pelos ecossistemas marinhos. Em um dos projetos que realizei durante a graduação por meio da iniciação científica, trabalhei com ecossistemas de manguezais e fungos isolados, que teve por objetivo identificar a diversidade de fungos de solo de manguezal da cidade de São Luís e avaliar a atividade antimicrobiana desses microrganismos encontrados. Os manguezais, particularmente, sempre fizeram parte da minha rotina de vida, tendo em vista que morava muito próxima a esses ecossistemas e admirava seu funcionamento desde a infância, mas não compreendia sua tamanha marginalização pela sociedade. Os manguezais são ecossistemas costeiros que apresentam área de transição entre os ambientes terrestre e marinho – e extremamente importantes para a manutenção da biodiversidade florística e faunística.

Desse modo, a escolha pela investigação da biodiversidade oceânica no campo educacional não se dá de forma isolada, mas está inserida em um contexto marcado por desafios ambientais crescentes, os quais presenciei bastante durante meu desenvolvimento durante a infância até a fase adulta. A crise ambiental contemporânea, impulsionada pela intensa urbanização, crescimento populacional e exploração desenfreada dos recursos naturais, tem acarretado a degradação desses ambientes, mas também de muitos outros ambientes terrestres e aquáticos em escala global. De acordo com Effting (2007), ao longo da evolução das civilizações humanas, consolidou-se uma percepção de separação entre sociedade e natureza, atribuindo ao meio ambiente um papel submisso às vontades humanas. Essa visão antropocêntrica contribuiu diretamente para problemas ambientais graves, como queimadas, uso indiscriminado de agrotóxicos, produção excessiva de resíduos sólidos, desmatamento, poluição atmosférica e degradação dos ambientes aquáticos (Kolcenti; Médici; Leão, 2020), além do aumento da frequência de desastres naturais e da elevação do nível dos mares.

Nesse contexto, a formação crítica de cidadãos conscientes emerge como necessidade urgente, sendo a educação ambiental um instrumento fundamental para a promoção de atitudes sustentáveis. A biodiversidade marinha, embora essencial à manutenção da vida no planeta, permanece como uma das dimensões mais ameaçadas e, paradoxalmente, uma das menos abordadas nos espaços formais de ensino. O oceano, que cobre mais de 70% da superfície terrestre, desempenha funções vitais, como a regulação climática, a produção de oxigênio, o fornecimento de alimentos e a preservação da biodiversidade global, oferecendo serviços ecossistêmicos indispensáveis à sobrevivência humana (Soares-Cordeiro; Pinho, 2022).

Assim, investigar a biodiversidade oceânica em livros didáticos de Ciências da Natureza é fundamental para compreender como os conteúdos escolares dialogam com as questões ambientais contemporâneas e favorecem a construção de uma consciência crítica. Nesse processo, a escola assume papel estratégico ao possibilitar reflexões que aproximam os estudantes dos desafios socioambientais e da necessidade de preservação dos ecossistemas. Como destaca Reigota (1999, p. 69), a escola é “um espaço privilegiado de informação, construção e produção de conhecimentos, desenvolvimento da criatividade e possibilidades de aprendizagens diversas”, sendo essencial para o desenvolvimento de valores, atitudes e condutas ambientais responsáveis. Barbosa e Oliveira (2020) reforçam essa perspectiva, ao ressaltarem que a instituição escolar é um ambiente propício para promover a reflexão sobre os impactos das ações humanas na natureza, estimulando a formação de sujeitos críticos e atuantes.

Nesse sentido, a Educação Ambiental (EA) adquire especial relevância. Conforme disposto na Política Nacional de Educação Ambiental (Lei Federal nº 9.795/1999), ela é definida como:

Art. 1.º [...] Os 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).

Apesar da sua importância reconhecida em documentos oficiais, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), a abordagem da Educação Ambiental relacionada à biodiversidade marinha nos livros didáticos ainda é incipiente e, muitas vezes, superficial (Alves, 2014). A falta de uma abordagem mais consistente acaba por transferir aos professores a responsabilidade de contextualizar e aprofundar essas temáticas em sala de aula (Barbosa; Oliveira, 2020).

A relevância dos livros didáticos no processo educativo é notável, especialmente na Educação Básica. Eles constituem um dos principais instrumentos de mediação entre o conhecimento científico e os estudantes, orientando o trabalho pedagógico e servindo como base para a construção de saberes escolares (Mantovani, 2009). No que diz respeito à Educação Ambiental e à abordagem da biodiversidade marinha, os livros didáticos assumem papel estratégico, uma vez que a forma como essas temáticas são apresentadas pode influenciar diretamente a percepção dos alunos sobre as questões ambientais. No entanto, pesquisas apontam que, muitas vezes, os conteúdos ambientais são tratados de maneira fragmentada ou simplificada, sem promover uma reflexão crítica (Mesquita, 2023). Tal constatação reforça a

necessidade de análises sistemáticas que avaliem a presença e a qualidade dessas temáticas nas coleções didáticas.

A necessidade de integrar de forma efetiva a biodiversidade marinha e a sustentabilidade nos processos educativos dialogam diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030. Em especial, destacam-se o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 13 (ODS 13), que propõe ações contra a mudança global do clima, e o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14 (ODS 14), que visa à conservação e uso sustentável dos oceanos, mares e recursos marinhos (ONU, 2015). O ODS 13 incentiva a redução das emissões de gases de efeito estufa, a adoção de práticas sustentáveis e o fortalecimento da resiliência frente às mudanças climáticas, enquanto o ODS 14 busca preservar os ecossistemas aquáticos, combater a poluição marinha e assegurar a sustentabilidade dos recursos oceânicos para as futuras gerações.

O ODS 14 concentra-se nas relações entre os seres humanos e os ambientes oceânicos, incluindo mares e recursos marinhos. Suas metas buscam promover a conservação e o uso responsável desses ecossistemas, abrangendo também as áreas costeiras. Além disso, contempla ações voltadas à gestão eficiente dos oceanos e ao fortalecimento das capacidades necessárias para esse fim. Com sete metas principais e três meios de implementação, esse objetivo expressa a urgência de adotar práticas sustentáveis na exploração dos recursos marinhos, bem como de tomar medidas para proteger os oceanos e garantir sua resiliência e produtividade. O propósito é assegurar a saúde dos mares e a sustentabilidade de seus recursos, beneficiando tanto a geração atual quanto as futuras (ONU, 2015). O espaço oceânico, de maneira geral, e o ODS 14, de forma específica, ocupam um lugar transversal dentro da Agenda 2030, mantendo conexões diretas com todos os demais 16 ODS (Unesco, 2020).

Nesse cenário, a Década das Nações Unidas da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021–2030), também chamada de "Década do Oceano", reforça a importância da cultura oceânica e da mobilização internacional para enfrentar desafios como a acidificação dos oceanos, a perda de biodiversidade e a sobrepesca, propondo ações integradas para a preservação marinha (Soares-Cordeiro; Pinho, 2022). Considerando a escassez de estudos voltados à análise da biodiversidade marinha em livros didáticos e a lacuna existente em pesquisas que articulem essa abordagem com a Educação Ambiental e os ODS, esta pesquisa busca preencher essa necessidade.

Nesse sentido, surge o questionamento que baseia essa pesquisa: De que maneiras os livros de Ciências da Natureza do ensino médio abordam conteúdos sobre biodiversidade oceânica e educação ambiental? A partir disso, a pesquisa delineou seus objetivos. A estrutura

desta dissertação está organizada em seis capítulos, que se articulam de forma a conduzir o leitor pela trajetória teórica, metodológica e analítica da pesquisa. O Capítulo 1 apresenta a introdução do estudo, destacando a delimitação do tema, a justificativa que sustenta sua relevância no campo da Educação Ambiental e do ensino de Ciências, além dos objetivos geral e específicos que orientam a investigação. O Capítulo 2 discorre sobre os fundamentos conceituais da biodiversidade, a partir de uma perspectiva histórica e científica. Este capítulo está subdividido em seções que abordam a biodiversidade em termos gerais, a biodiversidade marinha em particular e a diversidade dos ecossistemas oceânicos, buscando estabelecer uma base teórica sólida para as análises posteriores. O Capítulo 3 examina os principais documentos normativos da Educação Básica brasileira, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM), o Novo Ensino Médio (NEM) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com o intuito de compreender como o ensino de biologia e a temática da biodiversidade marinha estão inseridos nas diretrizes curriculares oficiais.

O Capítulo 4 é dedicado à abordagem da Educação Ambiental Marinha e Costeira (EAMC), com ênfase na análise crítica de livros didáticos e na contextualização com marcos internacionais, como a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável, a promoção da cultura oceânica e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, especialmente o ODS 14 - Vida na Água. No Capítulo 5, são apresentados os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, com base na Análise de Conteúdo proposta por Laurence Bardin (2020), detalhando-se as fases do processo analítico e sua aplicação ao corpus selecionado. O Capítulo 6 contempla a exposição e discussão dos resultados obtidos, à luz dos referenciais teóricos e das categorias analíticas previamente estabelecidas. Por fim, o Capítulo 7 reúne as considerações, desdobramentos e perspectivas a partir da pesquisa realizada.

1.1 Objetivo Geral

- Analisar como a Biodiversidade Marinha e a Educação Ambiental são apresentadas nos livros didáticos de Ciências da Natureza do ensino médio distribuídos em escolas públicas estaduais de São Luís - MA.

1.2 Objetivos específicos

- a) Examinar as abordagens sobre Biodiversidade Marinha nos livros didáticos da coleção;

- b) Verificar a presença das concepções de Educação Ambiental quanto à abordagem de biodiversidade marinha na coleção didática;
- c) Averiguar de que maneiras os conteúdos dialogam com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

1. ABORDAGENS SOBRE BIODIVERSIDADE NO CONTEXTO HISTÓRICO, CIENTÍFICO E EDUCACIONAL

2.1 Conceitos e histórico da biodiversidade

A biodiversidade, compreendida como a diversidade de espécies, é resultado de um longo processo evolutivo sustentado pela variação genética e pela sobrevivência dos organismos mais adaptados ao ambiente (Joly *et al.* 2011). Segundo a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), o termo biodiversidade refere-se à variabilidade dos organismos vivos em todas as suas formas, incluindo ecossistemas terrestres, marinhos e aquáticos, e abrange três níveis principais: diversidade dentro das espécies, entre espécies e de ecossistemas (Ministério do Meio Ambiente, 1994).

Joly *et al.* (2011) relatam que:

[...] a ciência da biodiversidade é amplamente reconhecida como área prioritária de investigação científica, tanto nos países desenvolvidos como naqueles em desenvolvimento. A pesquisa em biodiversidade abrange uma vasta gama de disciplinas científicas básicas, que vão da sistemática, cada vez mais refinada e utilizando ferramentas de biologia molecular, à ecologia de ecossistemas e macroecologia, passando pela estrutura e dinâmica de populações. O conhecimento gerado pelo estudo da diversidade biológica tem sido utilizado tanto no avanço da biologia da conservação como no desenvolvimento de mecanismos que viabilizem o uso sustentável desse patrimônio natural.

De acordo com Franco (2013), os termos "diversidade biológica" e "biodiversidade" são frequentemente usados de forma equivalente para abordar questões essenciais da ecologia e da biologia evolutiva. Eles estão relacionados à variedade de organismos e aos ambientes que os abrigam, ao mesmo tempo em que são mantidos por essas espécies. Esses ambientes funcionam como o palco e o produto – sempre em constante mudança – do processo evolutivo. Biodiversidade é uma maneira abrangente e integrada de se referir à diversidade biológica, conceito que, ao longo do tempo, foi mais claramente definido dentro de um contexto ecológico (Silva Filha *et al.*, 2022).

O termo abrange, portanto, diversas escalas biológicas (Figura 1), desde a variação no material genético dos indivíduos e das populações, passando pelos grupos funcionais e comunidades de espécies, até as comunidades que formam uma paisagem ou região (Cesad Ufs, 2021). O termo “diversidade biológica” foi mencionado pela primeira vez em 1968 por Raymond F. Dasmann no livro *A Different Kind of Country*, motivado pelas crescentes taxas de extinção de espécies (Myers, 1979). Entretanto, a popularização do conceito ocorreu apenas na década de 1980, com a publicação do livro *BioDiversity* (mais tarde adaptado para *Biodiversity* em citações menos precisas), organizado pelo biólogo Edward O. Wilson. Nesse

trabalho, Wilson introduziu resultados do *National Forum on Biodiversity*, realizado em Washington, D.C., em setembro de 1986, organizado pela *National Academy of Sciences* e pela *Smithsonian Institution*, e define a biodiversidade como as variações observadas em diferentes níveis de organização da vida (Longo; Amado Filho, 2014).

No primeiro capítulo, o autor descreve a biodiversidade como a ampla gama de variações que ocorrem em diferentes níveis de organização da vida. Isso inclui desde as variações genéticas dentro de uma população local até as diferenças entre as espécies que formam essa comunidade, abrangendo também as variações observadas entre as diferentes comunidades que constituem a componente biológica dos ecossistemas (Wilson, 1997). Além da presença desse capítulo de conceituação, o livro é composto por outros capítulos relevantes para as questões envolvendo a biodiversidade.

Ainda de acordo com Wilson (1997), o conceito de "biodiversidade" veio se destacando como um marco importante na evolução cultural. Em 1987, o termo ainda era praticamente desconhecido, sendo utilizado apenas em contextos específicos e raros. Atualmente, é uma das palavras mais utilizadas nas ciências biológicas e se tornou amplamente reconhecida. Ainda durante a década de 1980, a questão da diversidade estava em ampla pauta, sendo objeto de pesquisa para cientistas e preocupações para ativistas. Nesse sentido, noções sobre “patrimônio natural” passaram a ser apropriadas, dando margens aos termos como diversidade natural ou da vida, no intuito de referenciar componentes vivos, isto é, a diversidade de espécies e organismos (Franco, 2013). Eventos como durante a ECO-92 no Rio de Janeiro, no verão de 1992, por exemplo, fizeram com que a biodiversidade já tivesse se consolidado como um dos principais temas de preocupação científica e política a nível global (Wilson, 1997).

A ECO-92, ou Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, foi organizada pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e resultou na criação da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB). Durante esse evento, foi formulada uma definição abrangente e funcional de biodiversidade, que abrange três níveis principais: a diversidade de espécies, a diversidade genética e a diversidade de ecossistemas, como já mencionadas anteriormente (Franco, 2013)

Christian Lévequê (1997) é considerado referência na definição de tais níveis, sendo estes:

- **a diversidade das espécies:** a identificação das espécies e seu inventário constituem a maneira mais simples de apreciar a diversidade biológica de uma área geográfica. Foi a evolução biológica que deu forma, no decorrer do tempo, a esta imensa diversidade de formas e de espécies.

- **a diversidade genética:** cada espécie é diferente das outras do ponto de vista da sua constituição genética (genes, cromossomos). Da mesma forma, as pesquisas em biologia molecular colocaram em evidência a existência de uma variabilidade genética entre populações isoladas pertencentes a uma mesma espécie, bem como entre indivíduos no seio de uma população. A diversidade genética é o conjunto da informação genética contida dentro de todos os seres vivos, correspondendo à variabilidade dos genes e dos genótipos entre espécies e no seio de cada espécie.
- **a diversidade ecológica:** os ecossistemas estão constituídos pelos complexos de espécies (ou biocenoses) e seu ambiente físico. Distinguimos numerosos tipos de ecossistemas naturais, como as florestas tropicais, os recifes de coral, os manguezais, as savanas, as tundras etc., bem como os ecossistemas agrícolas. Cada um destes ecossistemas abriga uma combinação característica de plantas e de animais. Esses próprios ecossistemas evoluem em função do tempo, sob o efeito das variações climáticas sazonais ou a longo prazo (Lévêque, 1999, p.16).

Fan *et al.* (2022) também faz uso de três dimensões fundamentais da biodiversidade - diversidade de espécies (DE), diversidade genética (DG) e diversidade filogenética (DF) - representam o número de espécies, o potencial evolutivo e a história evolutiva das espécies no ecossistema. Assim, de acordo com os autores, são índices principais a serem medidos para avaliar a biodiversidade. A DE e DG são duas dimensões fundamentais da biodiversidade e a DF é cada vez mais reconhecida por seus valores únicos na avaliação de histórias evolutivas de espécies.

Enquanto a DE reflete a variedade de espécies em uma comunidade ou região (Cardinale *et al.* 2006; Maclaurin, 2008), a DG está relacionada à variação genética entre indivíduos de uma mesma espécie, sendo essencial para a adaptação e sobrevivência (Frankham *et al.*, 2002). Por outro lado, a DF tem se tornado relevante na análise de histórias evolutivas, permitindo identificar áreas de importância ecológica e compreender melhor a evolução dos ecossistemas (Faith, 1992; Srivastava *et al.*, 2012).

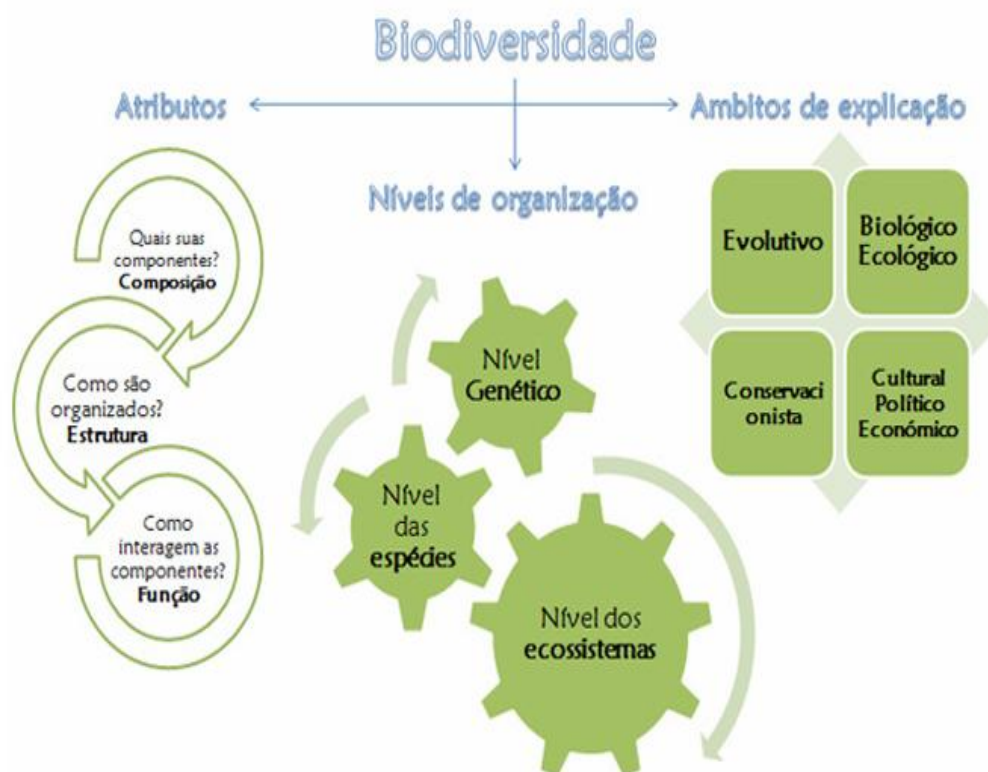
A biodiversidade pode ser interpretada de diferentes maneiras, conforme o nível hierárquico em que a análise biológica é realizada. Por exemplo, pode-se investigar a variedade de espécies dentro de um ecossistema, a diversidade de aves em um habitat específico, a multiplicidade de ecossistemas em uma determinada paisagem ou ainda a variabilidade de alelos em uma população. Cada uma dessas perspectivas requer a consideração de uma escala espacial e temporal adequada (Angermeier; Karr, 1994).

Contudo, a biodiversidade vai além de um simples catálogo, sendo o resultado da interação dinâmica entre esses três níveis hierárquicos. Ela pode ser abordada por diferentes

perspectivas além das dimensões biológicas, ecológicas e evolutivas. O uso dos recursos da biodiversidade está profundamente conectado às necessidades humanas, abrangendo áreas como alimentação, medicamentos, vestuário, produtos agrícolas, desenvolvimento de novos materiais, comércio, cultura e espiritualidade (Bossio, 2008; Orozco, 2017).

Nesse contexto, a proposta apresentada por Orozco (2016), representada na Figura 1, oferece uma síntese conceitual abrangente sobre a biodiversidade, reunindo elementos fundamentais para sua compreensão. A figura ilustra, de forma integrada, três dimensões principais: os níveis de organização da biodiversidade (genético, de espécies e de ecossistemas), os atributos analisados em cada nível (composição, estrutura e função), e os âmbitos de explicação utilizados para interpretar a biodiversidade (biológico-ecológico, evolutivo, conservacionista, cultural, político e econômico). Essa representação permite visualizar como os diferentes aspectos interagem na definição e análise da biodiversidade, contribuindo para uma abordagem mais ampla e sistêmica do conceito.

Figura 1. Representação conceitual da biodiversidade: Níveis de organização, atributos e âmbitos de explicação



Fonte: Orozco, 2016.

Além das três grandes perguntas como: “Que elementos o compõem? Como estão organizados esses elementos? E como interagem esses elementos?”, existem outras perspectivas de abordar a diversidade. Nesse sentido, muitos esforços para compreender e conservar a biodiversidade falham, pois frequentemente se limitam a análises fragmentadas ou focadas em um único nível hierárquico (Orozco, 2017). Essa abordagem restrita dificulta a formulação de estratégias de conservação integradas e eficazes, capazes de contemplar a complexidade das interações entre os diversos componentes da biodiversidade.

Tendo em vista as diversas perspectivas que explicam a biodiversidade - como as dimensões política, cultural, econômica, biológico-ecológica, conservacionista e evolutiva -, é fundamental compreendê-la em sua complexidade para enfrentar os desafios ambientais e educacionais. No contexto do Ensino de Ciências e Biologia, a abordagem da biodiversidade, especialmente marinha, integrada à EA, é essencial para promover reflexões críticas, ampliar a consciência ambiental e a formação de cidadãos comprometidos com a conservação dos ecossistemas oceânicos e da biodiversidade como um todo. Sendo assim, no próximo tópico, ampliaremos a discussão para a biodiversidade marinha, um componente vital do equilíbrio ecológico global, cujas contribuições para a manutenção da vida na Terra são tão vastas quanto subestimadas.

2.2 Biodiversidade Marinha no Mundo e no Brasil

Quando falamos de Diversidade Marinha, entendemos que ela contribui para a estrutura e funcionamento dos ecossistemas dos oceanos, oferecendo uma vasta gama de serviços ecossistêmicos que podem beneficiar a humanidade em níveis local, regional e global. Esses benefícios englobam uma ampla gama de funções e serviços ecossistêmicos, visíveis e invisíveis, como a produção de oxigênio, a oferta de frutos do mar, o suporte às economias locais, o sequestro de carbono pelas plantas marinhas, a proteção costeira, a descoberta de compostos bioquímicos com aplicações médicas, além do turismo e da inspiração proporcionados pelos recifes de corais e criaturas marinhas (Lotze, 2021).

A biodiversidade marinha é essencial para os ecossistêmicos oceânicos e possui um valor econômico, científico e educacional significativo. As primeiras expedições científicas oceânicas foram lideradas pelo capitão James Cook, cujas observações não só contribuíram para o entendimento da geografia marítima, mas também impulsionaram a coleta de dados sobre a biodiversidade marinha, com a ajuda do uso inovador do cronômetro marítimo e a criação de mapas precisos. Além dele, diversas outras explorações foram realizadas, sendo uma

das mais famosas a que teve Charles Darwin a bordo do HMS Beagle. Darwin viajou por quase todos os continentes ao longo de cinco anos, incluindo a costa brasileira, realizando a coleta e catalogação de organismos marinhos, cujos resultados foram posteriormente publicados em seu livro “*A Viagem do Beagle*” (Marinebio, 2010; Britannica, 2024). Essa expedição também foi fundamental para a criação de sua obra “*A Origem das Espécies*”.

Sir Charles Thomson, outro importante cientista da biologia marinha, conduziu uma expedição marítima a bordo do HMS Challenger entre 1872 e 1876. Durante esse período, ele coletou e publicou mais de trinta mil páginas de dados oceanográficos no ‘Relatório dos Resultados Científicos da Viagem de Exploração do H.M.S. Challenger’, considerado um marco para o estudo da biologia marinha, cujas descobertas serviram de referência por décadas (Marinebio, 2010; Britannica, 2024).

Diversos cientistas e exploradores desempenharam papéis fundamentais no desenvolvimento da biologia marinha ao longo do século XX, especialmente entre as décadas de 1930 e 1990. Destacam-se nomes como Rachel Carson, Sylvia Earle, Robert Ballard, Eugenie Clark, Hans Hass, William Beebe, Jacques Cousteau, entre outros, que, por meio de suas descobertas e contribuições, ajudaram a moldar a compreensão atual sobre os oceanos e a biodiversidade marinha. Jacques Cousteau com a invenção do regulador de ar comprimido para mergulhadores, se tornou essencial na produção de filmes debaixo d’água e no documentário “*The Silent World*” que recebeu o Oscar de melhor longa-metragem em 1957. Apesar de criticado por falta de credenciais científicas, deixou um legado sobre as ameaças à saúde dos oceanos, como poluição e exploração exacerbada dos recursos (Marinebio, 2010; National Geographic, 2012; Evidive, 2018).

Em 2011, uma equipe de cientistas realizou uma análise das espécies conhecidas no planeta, estimando que existam 8,7 milhões de espécies na Terra, das quais 2,2 milhões habitam os oceanos. Contudo, essa estimativa representa apenas uma fração da realidade, já que apenas entre 9% e 40% das espécies marinhas foram descritas até hoje (Appeltans *et al.* 2012; Mora *et al.* 2011), evidenciando uma grande lacuna no conhecimento sobre a biodiversidade marinha (Luypaert *et al.* 2020).

Ao longo dos anos, diversos esforços significativos foram feitos para ampliar o conhecimento sobre os oceanos. Um exemplo importante desse movimento foi o Censo da Vida Marinha, realizado entre 2000 e 2010, com a colaboração de 2.700 cientistas de 80 países. Apesar de a vastidão dos oceanos dificultar a identificação do número total de espécies marinhas, estima-se que a expedição tenha registrado mais de 250.000 espécies, com a possibilidade de que o número real ultrapassasse um milhão (Secretariado da Convenção sobre

Diversidade Biológica, 2012). Entre os legados do censo, destaca-se o *Ocean Biodiversity Information System*, que atualmente possui cerca de 136 milhões de registros de ocorrência com mais de 196 mil espécies marinhas conhecidas (Obis, 2025).

No Brasil, o conhecimento sobre a biodiversidade marinha era bastante limitado até meados do século XX. Há cerca de 40 anos, o estudo da fauna marinha nacional ainda se baseava majoritariamente em obras estrangeiras de referência em zoologia, como os manuais de Libbie H. Hyman (*The Invertebrates*, 1940–1967) e Pierre-Paul Grassé (*Traité de Zoologie*, a partir de 1948). Posteriormente, os trabalhos de Truett Storer, Robert Barnes e Richard Brusca, voltados à zoologia e à biologia dos invertebrados, também passaram a ser utilizados, contribuindo para ampliar o repertório sobre organismos marinhos. No cenário nacional, uma das primeiras publicações voltadas à divulgação da biodiversidade marinha foi o livro *Animais das Nossas Praias*, de Carlos Nobre Rosa, que se destacou pelo uso de ilustrações acessíveis ao público geral, representando um marco na educação ambiental marinha do país (Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, 2020)

Sendo assim, uns dos primeiros estudos sobre biodiversidade geral no Brasil iniciam com a obra *Historia Naturalis Brasiliae* em 1648, do médico Willem Piso e do naturalista alemão George Marcgrave, sendo o principal registro da natureza e habitantes do século XVII até o século XIX. No século XIX outros pesquisadores surgiram fazendo referência à fauna marinha, como Alexandre Rodrigues Ferreira, em 1783, Alexander von Humboldt, em 1850, Saint-Hilaire (metade do séc. XIX), Avé-Lalleman, em 1859/1980, em que os dois últimos relacionavam a fauna marinha apenas à sua utilização. Quanto aos estudos sobre a fauna marinha brasileira, os primeiros foram sobre a ocorrência de organismos do mar, sendo a expedição HMS Challenger (1873-1876), HMS Calypso (1961-1962), HMS Beagle (1832) grandes contribuintes a respeito de tais conhecimentos (Longo; Amado Filho, 2014).

O Brasil, segundo o Ministério do Meio Ambiente (2017), é o país com a maior biodiversidade biológica do planeta, abrigando mais de 20% das espécies conhecidas no mundo, tanto em terra quanto em seus corpos d'água. Sua vasta extensão territorial é composta por uma diversidade de biomas, incluindo a maior bacia hidrográfica do planeta e uma zona marítima de 4,5 milhões de km². Além disso, seu litoral de 7.400 quilômetros é caracterizado por uma grande variedade de ecossistemas, como recifes de corais, manguezais, dunas, lagoas e áreas alagadas.

O país abriga mais de 160 mil espécies de animais, incluindo vertebrados e invertebrados. Dentro dos vertebrados, estão cerca de 1.188 espécies de anfíbios, 848 de répteis, 755 de mamíferos, 2.066 de aves e mais de 4 mil espécies de peixes, tanto de água doce

quanto marinha. Estima-se que o país possua entre 100.000 e 105.000 espécies de invertebrados. Em relação à flora, são conhecidas aproximadamente 90.389 espécies de plantas, sendo: 7.616 algas, 42.746 angiospermas, 2.235 briófitas, 10.994 fungos, 169 gimnospermas e 1.671 samambaias e licófitas (Abreu *et al.* 2024; ICMBio, 2025; Flora e Funga do Brasil, 2025; SiBBR, 2025).

De acordo com o Censo da Vida Marinha (2010), os oceanos são responsáveis por abrigar mais de 90% do espaço habitável do planeta, constituindo-se como um dos principais repositórios da biodiversidade global. A fauna e flora marinha dos oceanos têm uma diversidade impressionante, com mais de 250 mil espécies identificadas até o momento. No Brasil, estima-se que o país seja lar de mais de 10 mil espécies de vertebrados, sendo 800 de mamíferos. Dentre essas, 51 espécies são marinhas, como 19 tipos de golfinhos, 24 espécies de baleias, o peixe-boi-marinho e sete espécies de pinípedes, incluindo lobos-marinhos, focas, leões-marinhos e o elefante-marinho (ICMBio, 2018; ICMBio, 2025).

De acordo com o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2021), o Brasil registrou 1.919 espécies de aves em 2021, número que atualmente chega a cerca de 2.066 espécies (ICMBio, 2025). Dentre essas, mais de 100 espécies estão associadas a ambientes costeiros e marinhos, como o trinta-réis (*Sterna spp.*), a pardela-de-asa-larga (*Puffinus lherminieri*), o tesourão (*Fregata magnificens*), o atobá (*Sula leucogaster*) e o gaivotão (*Larus dominicanus*) (Rossi-Wongtschowski *et al.* 2006; Bayma *et al.* 2021).

Em relação à fauna de répteis, são conhecidas cerca de 848 espécies no Brasil, ocupando o 3º lugar em riqueza de espécies de répteis do mundo (Costa; Guedes; Bérnils, 2022). Das sete espécies de tartarugas marinhas existentes no mundo, cinco habitam as águas brasileiras: a tartaruga-cabeçuda ou tartaruga-amarela (*Caretta caretta*), a tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), a tartaruga-gigante, tartaruga-negra ou tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*), a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) e a tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*) (Bayma *et al.* 2021).

Quanto aos anfíbios, foram identificadas até o momento 1.188 espécies, das quais 1.144 são anuros, como rãs, sapos e pererecas. Além disso, há registro de 39 espécies de cecílias e 5 espécies de salamandras (Segalla *et al.* 2021). Os anfíbios são um grupo de grande importância ecológica, tanto por sua grande diversidade quanto pelo fato de corresponderem a um grupo de interface entre a água e a terra. Grande número de espécies de anfíbios apresenta ciclo de vida bifásico, com uma fase larval aquática obrigatória – exclusiva de água doce – e outra fase terrestre, pós-metamórfica (Haddad, 2016).

Até o momento, cerca de 34.200 espécies de peixes foram descritas mundialmente, um número que continua a crescer à medida que novas pesquisas ampliam nosso conhecimento sobre a fauna marinha. Abrangendo 515 famílias e 85 ordens, representa mais da metade das 55.000 espécies de vertebrados existentes. Dentre elas, 41% habitam ambientes de água doce, 58% são marinhas e 1% transita entre água doce e salgada ao longo de seu ciclo de vida (Botero *et al.* 2021). No Brasil, são aproximadamente 5.220 espécies de peixes descritas (ICMBio, 2025), onde mais de 2.400 espécies de peixes estão presentes somente na região amazônica, representando quase 70% dos peixes de água doce conhecidos do Brasil (Reis *et al.* 2016; Bayma *et al.* 2021).

Entre os peixes marinhos conhecidos, aproximadamente 1.400 espécies foram identificadas, das quais cerca de 90 são endêmicas. A maioria dessas espécies (85%) pertence ao grupo dos peixes ósseos (*Actinopterygii*), enquanto os outros 15% são compostos por peixes cartilaginosos, como tubarões e raias (*Elasmobranchii*), além das quimeras (*Holocephali*) (ICMBio, 2018).

Esses dados evidenciam a notável diversidade de espécies distribuídas pelos diferentes ecossistemas aquáticos, além de refletirem a longa e complexa história evolutiva desses organismos (Botero *et al.* 2021). Essas espécies estão amplamente distribuídas em diferentes ambientes, desde áreas costeiras e estuários até a plataforma continental, o talude e as águas profundas, dentro dos limites da Zona Econômica Exclusiva (ZEE) brasileira (Bayma *et al.* 2021), sendo tais ambientes aquáticos importantes para serem discutidos com mais profundidade a seguir.

2.2 Diversidade dos ecossistemas oceânicos

A diversidade de ecossistemas oceânicos é vasta e envolve uma incrível variedade de habitats e formas de vida que coexistem nos oceanos. Os ecossistemas marinhos são fundamentais para o equilíbrio do planeta, fornecendo uma ampla gama de serviços ecológicos, como a regulação do clima, a produção de oxigênio e a absorção de carbono, além de proporcionar serviços essenciais para a humanidade, como alimentação, regulação climática e oportunidades recreacionais (Burke *et al.* 2001; Cooley *et al.* 2022).

Abrangendo aproximadamente 70% da superfície terrestre, com profundidades que podem atingir até 3.700 metros em algumas áreas, a influência dos oceanos na Terra remonta aos primórdios do planeta, há cerca de 4,6 bilhões de anos (Benedetti, 2013; Owen; Walker, 1999). Tendo um papel crucial na regulação do clima global, os oceanos abrigam cerca de 97%

da água do nosso planeta, sendo essenciais para influenciar o ciclo da água e a formação de chuvas.

Nesse vasto ambiente, encontra-se 95% da biodiversidade terrestre, tornando o ecossistema marinho o maior que, adicionalmente, exibem uma notável capacidade de absorção do dióxido de carbono atmosférico, desempenhando um papel significativo na troca de calor entre os oceanos e a atmosfera (Associação MarBrasil, 2022; Bollmann *et al.* 2010; Nasa, 2018; Perez, 2010). Ademais, os oceanos oferecem uma ampla gama de serviços ecossistêmicos, que incluem a provisão de alimentos, medicamentos, recursos minerais e energéticos, sustentando diversas economias ao redor do mundo que dependem diretamente de suas contribuições (Braga *et al.* 2021; Cooley *et al.* 2009).

Eles são caracterizados por ocupar as vastas depressões da superfície terrestre com água salgada, com uma profundidade média de aproximadamente 4.000 metros. A maior profundidade registrada, a fossa das Marianas, chega a ultrapassar os 11.000 metros, conhecida como Zona Marinha. A zona entre marés, que atua como uma faixa de transição entre os ambientes marinho e terrestre, ainda é considerada parte do ambiente marinho devido às suas características de salinidade, temperatura e umidade, além de serem ambientes únicos abrigam uma biodiversidade incrível, com espécies altamente adaptadas (Ecos, 2024; Universidade Federal do Amapá, 2012).

Do ponto de vista geomorfológico, os oceanos são divididos nas seguintes áreas: a) costa; b) plataforma continental; c) talude continental; d) elevação continental ou sopé; e) fundo marinho ou planície abissal. A costa e a plataforma continental são as regiões mais rasas e próximas aos continentes, com profundidades que chegam a cerca de 200 metros (Universidade Federal do Amapá, 2012). As zonas costeiras, as áreas mais densamente povoadas do mundo, estão cada vez mais ameaçadas pelas alterações climáticas globais (Harley *et al.* 2006). Diante desse cenário de crescente ameaça, tem-se intensificado a produção científica e os debates voltados à compreensão dessas transformações e à necessidade urgente de conservação da biodiversidade e da manutenção da vida na Terra.

O talude continental é uma área com declividade acentuada, apresentando um declive de aproximadamente 1 metro a cada 40 metros de extensão. Ele está localizado após a plataforma continental e se estende até alcançar a planície abissal. A transição entre a plataforma continental e o talude, marcada por uma mudança abrupta na inclinação, é conhecida como a quebra da plataforma. Junto com o sopé continental e a própria plataforma continental, o talude compõe a margem continental, que, embora submersa, ainda faz parte da crosta continental (Serviço Geológico do Brasil, 2013).

A planície abissal é uma vasta área profunda e relativamente plana que, nas margens continentais do tipo Atlântico, se inicia na base do sopé continental e se prolonga até as cordilheiras oceânicas. Esta província morfológica ocupa vasta área dos assoalhos abissais de todos os oceanos do mundo. Situada geralmente a cerca de 4.000 metros de profundidade, esta região corresponde à zona pelágica em termos biológicos. Nesse ambiente, predominam organismos que não dependem do fundo marinho, como seres planctônicos, transportados pelas correntes, e seres nectônicos, capazes de nadar (Corrêa, 2021; Serviço Geológico do Brasil, 2013)

Quando falamos de ecossistemas marinhos, temos uma classificação importante, onde a zona costeira e marinha apresenta uma grande diversidade de ecossistemas costeiros. No Brasil, se estende ao longo de toda a costa do país, banhado pelo Oceano Atlântico, com área territorial de 194.837 km² (IBGE, 2019). A Zona Costeira é uma região de transição ecológica que conecta ecossistemas terrestres e marinhos, desempenhando papel crucial no desenvolvimento, reprodução de diversas espécies e nas trocas genéticas entre esses ambientes (Ministério do Meio Ambiente, 2012).

Essa área inclui uma significativa sobreposição com os biomas Amazônia e Mata Atlântica e, em menor escala, com a Caatinga, Cerrado e Pampa. Por isso, não é caracterizada como uma unidade ecológica, mas como um complexo de ecossistemas contíguos, ou ecótonos, que formam ambientes de alta complexidade ecológica e são essenciais para a manutenção da vida no mar (Ministério do Meio Ambiente, 2012). Toda essa área em conjunto com variações climáticas, topográficas e geomorfológicas fazem com que tais ecossistemas apresentem grande diversidade, tais como dunas, restingas, praias arenosas, costões rochosos, lagunas, estuários, marismas, manguezais e recifes de corais, sendo alguns destes representados no quadro 1 (Ministério do Meio Ambiente, 2012; Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2024).

Quadro 1. Ecossistemas costeiros e respectivas áreas no Brasil

ECOSSISTEMAS	ÁREA (HECTARES)
Banhados e áreas alagadas	4.849.671
Costões rochosos	144.475
Dunas	318.312
Estuários	6.696.787
Lagunas	1.518.426
Manguezais	1.225.444
Marismas	12.149
Praias e restingas	551.961

Fonte: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2024.

Os ecossistemas marinhos e costeiros armazenam e sequestram maiores quantidades de carbono por unidade de área do que outros ecossistemas terrestres, elevando o potencial brasileiro no mercado de carbono, por ter maiores áreas de extensão territorial. Por possuírem aproximadamente 965.373,90 km², equivalente a 26,5% de área marinha protegida, sua conservação se faz de extrema importância para mantimento da qualidade da água que abastece as cidades das regiões litorâneas brasileiras (Ministério do Meio Ambiente e Mudança e Clima, 2024; Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2024; Soares *et al.* 2024).

As restingas estão espalhadas por todo o litoral brasileiro, ocupando cerca de 79% da costa em uma extensão de mais de 5.000 km, embora fragmentadas. As formações mais expressivas estão nos litorais de São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia. Surgiram há milhares de anos com o recuo do mar e continuam em constante transformação. Com diferentes tipos de vegetação influenciados pelo solo e pelas marés, suas formações incluem praias arenosas, vegetação herbácea e arbustiva, áreas arbóreas inundáveis e mata seca (Rede Biomar, 2016).

O costão rochoso é o ambiente formado pelo encontro do mar com as rochas, composto principalmente por espécies marinhas. É considerado uma extensão do ambiente marinho, já que a maioria dos organismos que o habitam está ligada ao oceano. No Brasil, esses costões podem ser formados por rochas de origem vulcânica ou por extensões de serras rochosas próximas ao litoral, que se prolongam até o fundo do mar, criando ambientes de grande heterogeneidade (Ministério do Meio Ambiente, 2012). Ele oferece um substrato firme onde invertebrados e algas se fixam, protegendo-se de correntes e ondas. Organismos comuns

incluem crustáceos, moluscos, estrelas, ouriços e anêmonas, alguns destes sendo bastante apreciados como alimentos. A variação das marés é um grande desafio, exigindo adaptações que permitam a sobrevivência dentro e fora da água (Rede Biomar, 2016).

As dunas costeiras são ecossistemas generalizados encontrados em vários ambientes costeiros, geralmente encontrados em associação com praias arenosas e estuários (Masselink; Hughes; Knight, 2011), sendo formadas por sedimentos de areia, de origem marinha, que são transportadas pelo vento (Carvalho; Silva; Crivellaro, 2008). As dunas costeiras protegem a costa contra erosão e inundações, agindo como barreiras naturais contra ondas e ventos extremos. Durante tempestades, elas dissipam a energia das ondas, reduzindo os impactos. Os sedimentos erodidos das dunas são levados ao mar, mas retornam à praia em condições climáticas favoráveis, ajudando na regeneração da área (Masselink; Hughes; Knight, 2011).

Junto com a praia, as dunas desempenham um papel essencial na manutenção da estabilidade natural e ecológica. A vegetação local tem uma função crucial no processo de fixação e desenvolvimento dessas formações. Por sua relevância, a legislação ambiental brasileira as classifica como Áreas de Preservação Permanente (APP), reforçando sua importância para o equilíbrio do ecossistema costeiro (Medeiros, 2012).

Os estuários são corpos d'água costeiros situados na confluência entre rios e o mar, caracterizados por uma salinidade que varia gradualmente devido à mistura de águas doces e salgadas. Apesar de serem áreas altamente produtivas, apresentam oscilações ambientais diárias bastante drásticas, como variações de salinidade, temperatura e nível das águas. Por essas condições de transição, apenas um número restrito de espécies, bem adaptadas a essas mudanças, consegue habitar esses ambientes em grande quantidade (Neto *et al.* 2019).

As oscilações de maré proporcionam, além da mistura das águas, o desenvolvimento vertical da estrutura do estuário, que promove a ciclagem dos nutrientes produzidos pelo manguezal. Esse conjunto de fatores é essencial ao desenvolvimento dos recursos pesqueiros de importância econômica e ambiental (Silva Júnior *et al.* 2013)

Os manguezais, por sua vez, apresentam elevada diversidade estrutural e funcional, atuando, juntamente com os estuários, como exportadores de biomas para os sistemas adjacentes (Ministério do Meio Ambiente, 2012). Eles são ecossistemas especiais encontrados na costa, especialmente em estuários, predominando em regiões tropicais e subtropicais. Esses ambientes protegem a linha da costa e as margens dos rios, com árvores e arbustos que bloqueiam o vento e retêm sedimentos entre suas raízes. Isso contribui para a formação de um declive suave que absorve a energia das marés (Rede Biomar, 2016).

No Brasil, os manguezais caracterizam-se por um baixo declive e pela presença de vegetação adaptada a solos lamosos, encharcados e salinos. Nessa região costeira, ocorrem três espécies principais de mangue: o mangue-vermelho (*Rhizophora racemosa*, anteriormente *R. mangle*), o mangue-branco (*Laguncularia racemosa*) e o mangue-preto (*Avicennia schaueriana*), cujos nomes populares derivam, em geral, da coloração do tronco sob a casca. O sedimento desses ambientes, frequentemente lamacento, é rico em nutrientes provenientes da decomposição de folhas e galhos (Associação MarBrasil, 2019), sendo extremamente relevantes para a diversidade de espécies presentes nesse ecossistema.

As marismas são ecossistemas costeiros intermareais encontrados nas médias e altas latitudes ao redor do mundo, caracterizados por relevo pouco expressivo, geralmente planícies ou depressões alagadas. Elas se desenvolvem em áreas influenciadas por marés, especialmente em regiões subtropicais e temperadas, sendo comuns nas margens de baías, lagunas e estuários. No Brasil, estão presentes ao longo das costas de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul. Esses ambientes enfrentam grandes variações de salinidade e temperatura, sendo frequentemente hipersalinos (Caricchio, 2009; Silva, 2020).

A vegetação das marismas é dominada por angiospermas herbáceas, como gramíneas e suculentas, adaptadas a essas condições extremas. Assim como nas regiões de manguezal, as marismas apresentam uma zonagem de vegetação, que varia conforme o grau e o tempo de inundação de cada área (Caricchio, 2009). No Brasil, as marismas são ecossistemas encontrados em áreas costeiras protegidas de influências diretas do mar aberto, como baías, enseadas ou lagoas, que oferecem uma certa proteção contra as ondas e correntes fortes. Estas podendo estar associadas ou não aos manguezais. Sua vegetação é adaptada a temperaturas e salinidades mais baixas, possuindo características semelhantes às dos manguezais, mas situadas em zonas temperadas (Silva, 2020).

As lagunas são corpos d'água salobra ou salgada que foi represado por uma barreira arenosa, mas que ainda mantém comunicação com o mar por intermédio de um ou mais canais (Phleger, 1981). As lagunas são formações alongadas e estreitas, com o eixo principal paralelo à costa. Elas podem estar conectadas ao mar por canais ou até subterraneamente. A salinidade da água varia conforme fatores como a chuva, que traz água doce, a taxa de evaporação, que aumenta a salinidade, e as marés, que influenciam as condições ao longo do dia (Silva *et al.* 2020).

Durante a maré cheia, a água do mar entra na laguna, tornando a água mais salgada, enquanto na maré vazante, a água da laguna é expulsa para o mar, resultando em uma água salobra. Além das lagunas, também é importante considerar os lagos costeiros, que se

diferenciam das lagunas por terem seus canais de ligação com o mar fechado. Como resultado, esses lagos possuem salinidade mais baixa e uma biodiversidade própria (Silva *et al.* 2020).

Outro importante ecossistema são os recifes de coral, sendo estes fundamentais para a biodiversidade marinha, destacando-se como os mais ricos em variedade de espécies no oceano. Com uma ampla gama de plantas e animais, eles desempenham um papel essencial na manutenção do equilíbrio ambiental e no suporte à vida marinha. Além de sua relevância ecológica, os recifes possuem grande valor econômico, servindo como fonte de sustento e alimentação para inúmeras comunidades costeiras. Estima-se que cerca de 25% das espécies marinhas, incluindo 65% das espécies de peixes, dependam desses habitats para sobreviver (Ministério do Meio Ambiente, 2006).

No Brasil, estendem-se por cerca de 3 mil quilômetros, do Maranhão ao sul da Bahia, sendo as únicas formações recifais do Atlântico Sul (Maida; Ferreira, 1997). Apesar de parte desses ambientes estar protegida por unidades de conservação, os recifes vêm enfrentando rápida degradação devido às atividades humanas. O aquecimento dos oceanos, impulsionado pelas mudanças climáticas, tem provocado o branqueamento dos corais. Esse fenômeno está diretamente relacionado ao aumento da temperatura da superfície do mar, que é agravado pelo aquecimento global, intensificado por atividades humanas (Soares, 2023).

Alguns trabalhos como o de Albuquerque (2014), Soares e Rabelo (2014), Nascimento (2019), Barros (2019) e Meira (2020) na costa marinha brasileira demonstram ocorrências de branqueamento de corais, com suscetíveis estresses nesses organismos. Além de consequências como o enfraquecimento dos esqueletos de carbonato de cálcio, o aumento de temperatura e salinidade das águas tem trazido grandes soterramentos e declínios das populações de corais, fatores estes prejudiciais para a sobrevivência das colônias. Outros fatores, como poluição, mineração e práticas predatórias de pesca, também contribuem para o declínio desses ecossistemas, ameaçando sua biodiversidade e os serviços que prestam (Ministério do Meio Ambiente, 2006).

Como visto anteriormente, os ecossistemas oceânicos apresentam uma imensa diversidade biológica, resultante de uma complexa interação entre fatores geomorfológicos, químicos e biológicos. Desde os recifes de coral, que são considerados os ecossistemas marinhos mais biodiversos, até as regiões abissais, onde espécies adaptadas a condições extremas se desenvolvem, cada habitat marinho possui características únicas que contribuem para a resiliência e funcionalidade dos oceanos. Tal diversidade dos ecossistemas oceânicos, destacam a sua importância no fornecimento de serviços ecossistêmicos essenciais que

impactam diretamente a vida humana e o equilíbrio do planeta, bem como a grande importância de proteger essas áreas.

Diante desse contexto, torna-se fundamental que os livros didáticos de Ciências da Natureza adotados nas escolas abordem a biodiversidade marinha de maneira adequada e que incorporem os princípios da EA. A forma como esses materiais apresentam os ecossistemas oceânicos pode influenciar significativamente a percepção dos estudantes sobre a importância da preservação e conservação marinha, além do desenvolvimento de uma sensibilização ambiental crítica. No entanto, para que essa abordagem seja mais profícua, é necessário que os conteúdos estejam estruturados de maneira que evidenciem não apenas a diversidade dos ecossistemas marinhos, mas também as ameaças que enfrentam e as estratégias já existentes para mitigação dos impactos nocivos.

Nesse sentido, torna-se essencial analisar de que maneira a biodiversidade marinha é tratada nos documentos oficiais da Educação Básica, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio (PCN+) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), considerando seu impacto na construção dos livros didáticos. A seguir, será discutida a presença da biodiversidade marinha nesses documentos normativos e sua influência sobre o ensino de Ciências da Natureza no ensino médio.

2. DOCUMENTOS OFICIAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA, ENSINO DE BIOLOGIA E BIODIVERSIDADE MARINHA

A biodiversidade marinha representa uma parcela significativa da diversidade biológica do planeta, sendo essencial para o equilíbrio ecológico e para a manutenção dos serviços ecossistêmicos. No entanto, sua conservação enfrenta desafios cada vez maiores devido à degradação ambiental, às mudanças climáticas e às atividades humanas insustentáveis (Pedrini, 2010). Diante desse cenário, a educação e o ensino de ciências desempenham um papel fundamental na formação de cidadãos críticos e conscientes sobre a importância da conservação dos ecossistemas marinhos. A forma como a biodiversidade marinha é apresentada nesses documentos pode refletir diretamente na construção do conhecimento dos estudantes e na efetividade da EA Marinha no contexto escolar.

3.1 Parâmetros Curriculares Nacionais, documentos complementares e biodiversidade marinha

No Brasil, a educação básica é regulamentada por documentos como a Lei nº 9.394 de 1996, que institui a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica e o Plano Nacional de Educação (Ministério da Educação, 2025). No primeiro artigo das Diretrizes e Bases da Educação Nacional, temos que:

Art. 1º A educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais (Brasil, 2017, p. 8).

Sendo assim, a legislação regulamenta a organização do sistema educacional público e privado no Brasil, abrangendo desde a educação infantil até o ensino superior. Além disso, promove uma educação gratuita do ensino público, equitativa e de qualidade para todos os estudantes, garantindo que estados, municípios, o Distrito Federal e a União cumpram suas responsabilidades em relação à educação básica, bem como haja pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas, considerando também a diversidade étnico-racial (Senado Federal, 2017).

Com a criação da Lei nº 9.394 de 1996, também chamada de Darcy Ribeiro, pois foi projetada pela mesma, houve a regularização dos currículos nacionais da educação básica, como previstos no artigo 26 e artigo 27:

Art. 26. Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos (Senado Federal, 2013, p. 19).

Art. 27. Os conteúdos curriculares da educação básica observarão, ainda, as seguintes diretrizes: I – a difusão de valores fundamentais ao interesse social, aos direitos e deveres dos cidadãos, de respeito ao bem comum e à ordem democrática; II – consideração das condições de escolaridade dos alunos em cada estabelecimento; III – orientação para o trabalho; IV – promoção do desporto educacional e apoio às práticas desportivas não formais (Senado Federal, 2013, p. 21).

Com tais artigos, houve a possibilidade da criação de outros documentos normativos da Educação Básica, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio (PCN+), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), que orientam os conteúdos e metodologias adotadas no ensino de Ciências da Natureza. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) foram desenvolvidos para servir de referência na construção dos currículos escolares e apoiar a formulação de propostas curriculares nos níveis estadual e municipal. Essa iniciativa do Ministério da Educação buscou orientar a organização da educação escolar no país, estabelecendo diretrizes que estruturam os currículos e definem os conteúdos essenciais para cada disciplina. Os documentos propõem objetivos gerais para as áreas do conhecimento, organizando-os em ciclos, porém sua adoção não é obrigatória, ficando a critério das instituições de ensino (Brasil, 1998). Além disso, foi o primeiro documento curricular oficial, publicado após um ano da publicação da Lei nº 9.394 de 1996.

Sendo assim,

Os Parâmetros Curriculares Nacionais foram elaborados procurando, de um lado, respeitar diversidades regionais, culturais, políticas existentes no país e, de outro, considerar a necessidade de construir referências nacionais comuns ao processo educativo em todas as regiões brasileiras. Com isso, pretende-se criar condições, nas escolas, que permitam aos nossos jovens ter acesso ao conjunto de conhecimentos socialmente elaborados e reconhecidos como necessários ao exercício da cidadania (Brasil, 1998, p. 5).

Na estrutura curricular do ensino de Ciências, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino fundamental sugerem a organização dos conteúdos em eixos temáticos, a saber: Vida e Ambiente; Ser Humano e Saúde; Tecnologia e Sociedade; e Terra e Universo. Essa divisão busca promover uma abordagem didática integradora, em que diferentes conceitos são interligados e desenvolvidos a partir de questionamentos e investigações. Nesse contexto, o papel do professor é fundamental para articular os temas de forma a destacar as conexões

entre distintas áreas do conhecimento, contribuindo para uma compreensão mais ampla e significativa do mundo ao redor (Brasil, 1997).

Os eixos temáticos foram concebidos com o intuito de viabilizar a aplicação dos PCN de Ciências Naturais, permitindo a organização dos conteúdos de maneira flexível dentro dos ciclos de ensino. Essa estrutura possibilita o tratamento dos temas em diferentes contextos locais, além de favorecer a articulação entre os conteúdos dos eixos, sua relação com os temas transversais e sua integração com outras áreas do currículo escolar. Dessa forma, a organização dos conteúdos pode ser orientada por temas e problemas de investigação, planejados pelo docente em seu plano de ensino. O objetivo não é forçar uma integração artificial dos conteúdos, mas sim favorecer o estudo de diferentes saberes que, por sua própria natureza, estão interconectados (Brasil, 1997).

Os PCN trazem em sua introdução que o ensino de ciências naturais busca o:

desenvolvimento de posturas e valores envolve muitos aspectos da vida social, da cultura do sistema produtivo e das relações entre o ser humano e a natureza. A valorização da vida em sua diversidade, a responsabilidade em relação à saúde e ao ambiente, bem como a consideração de variáveis que envolvem um fato, o respeito às provas obtidas por investigação e à diversidade de opiniões ou a interação nos grupos de trabalho são elementos que contribuem para o aprendizado de atitudes, para saber se posicionar crítica e construtivamente diante de diferentes questões. Incentivo às atitudes de curiosidade, de persistência na busca e compreensão das informações, de preservação do ambiente e sua apreciação estética, de apreço e respeito à individualidade e à coletividade tem lugar no processo de ensino e aprendizagem (Brasil, 1997, p. 30).

Conforme Galian (2014), os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental apresentam, em seus parágrafos iniciais, princípios essenciais que nortearam sua elaboração. Entre eles, destaca-se a proposta de estimular debates sobre o papel da escola e reflexões sobre o ensino e a aprendizagem, envolvendo não apenas a comunidade escolar, mas também famílias, governo e sociedade. Além disso, os PCN enfatizam a necessidade de abordar, no ambiente escolar, temas socialmente relevantes, como ética, meio ambiente, orientação sexual, pluralidade cultural, saúde, trabalho e consumo, entre outros que se mostrem significativos no contexto educacional (Brasil, 1998).

Porém, ainda de acordo com o autor, algumas críticas foram necessárias, sendo estas: “a pouca referência às questões ligadas à diversidade e à pluralidade cultural; a fundamentação teórica de base construtivista; a opção pela avaliação formativa e a centralidade das disciplinas na organização do currículo” (Galian, 2014, p. 1). Tavares (2002) aponta também que os PCN apresentam contradições e falta de clareza. Embora mencionem repetidamente a intenção de contribuir para uma sociedade mais democrática, sua elaboração não ocorreu de forma

participativa. O processo de construção do documento não incluiu a contribuição de atores essenciais, como professores da educação básica, sindicatos, movimentos sociais e associações científicas. Além disso, o conceito de "qualidade da educação" é frequentemente citado, porém sem uma definição clara ao longo do texto, o que compromete a precisão e a objetividade do documento.

Em continuidade ao ensino fundamental, um dos documentos importantes para o ensino de Ciências vinculados ao Ensino Médio, chamado de Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio (PCN-EM) de 2000 e PCN+ de 2002. O primeiro a ser discutido, será o Parâmetros Curriculares do Ensino Médio, mais explicitamente a parte III “*Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*” do documento. De acordo com Brasil (1999), com a definição do Ensino Médio como a etapa final e complementar da Educação Básica, feita pela LDB de 1996 e a Resolução CNE/98, ao estabelecer as Diretrizes Curriculares Nacionais para essa fase de ensino, foram estruturadas as áreas do conhecimento e orientação da educação para a promoção de valores como solidariedade e sensibilidade, fundamentais para a cidadania. Esses documentos indicam como o ensino de Ciências e Matemática, iniciado no Ensino Fundamental, deve ser aprofundado e consolidado no Ensino Médio. Nessa fase, considerando a maior maturidade dos estudantes, os objetivos educacionais podem se tornar mais amplos, abrangendo não apenas a ampliação dos conhecimentos, mas também o desenvolvimento de competências, habilidades e valores essenciais para a formação integral (Brasil, 2000).

Nesse sentido, possuem uma estrutura distinta em relação aos PCN do Ensino Fundamental. Esses documentos estão organizados em quatro partes: uma voltada para as bases legais do Ensino Médio e três destinadas às áreas do conhecimento, sendo elas: *Linguagens, Códigos e suas Tecnologias*; *Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*; e *Ciências Humanas e suas Tecnologias*. Nos documentos que abordam as áreas do conhecimento, são apresentadas reformulações para o Ensino Médio, incluindo descrições gerais, competências e habilidades, integração interdisciplinar, formas de avaliação e contextualização dos conteúdos. Além disso, nas orientações específicas para cada disciplina, são destacadas as competências e habilidades a serem desenvolvidas, a função dos blocos do conhecimento dentro dos temas estruturadores, bem como sugestões de organização do trabalho escolar e estratégias didáticas (Brasil, 2000; Veroneze *et al.*, 2016)

Ainda no documento, temos que:

Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a

uma visão de mundo. Para a área das Ciências da Natureza, Matemática e Tecnologias, isto é particularmente verdadeiro, pois a crescente valorização do conhecimento e da capacidade de inovar demanda cidadãos capazes de aprender continuamente, para o que é essencial uma formação geral e não apenas um treinamento específico (Brasil, 1999, p. 6).

Algumas pesquisas, como a tese de Silva (2016), apontam que a elaboração dos PCN, abrangendo do primeiro ano do ensino fundamental à terceira série do ensino médio, incluindo os PCN+, tem como objetivo definir a trajetória educacional do estudante brasileiro no que se refere à temática ambiental. Dessa forma, a análise dos PCN voltados ao ensino fundamental possibilita uma compreensão mais precisa sobre as experiências ambientais previstas para os alunos até sua entrada no ensino médio, bem como o caminho educativo planejado para essa etapa. No contexto da Biologia, temos competências e habilidades a serem desenvolvidas, de acordo com o documento, que são definidas também em três conceitos: *Representação e comunicação*; *Investigação e compreensão* e *contextualização sociocultural*. Ainda de acordo com a autora, é neste último tópico que temos referências que embasam aspectos do meio ambiente, preservação e desenvolvimento sustentável, tal como pode ser visto no texto do documento:

- Reconhecer o ser humano como agente e paciente de transformações intencionais por ele produzidas no seu ambiente.
- Julgar ações de intervenção, identificando aquelas que visam à preservação e à implementação da saúde individual, coletiva e do ambiente.
- Identificar as relações entre o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico, considerando a preservação da vida, as condições de vida e as concepções de desenvolvimento sustentável. (Brasil, 2000, p. 21).

Segundo Brasil (2006), os PCNEM, no que tange à Biologia, apresentam uma abordagem que não explora de maneira aprofundada os principais temas relevantes para os professores. O documento se perde em atividades de reflexão que, na prática, se mostram pouco eficazes para serem aplicadas em sala de aula. Embora traga diretrizes gerais sobre os princípios que devem orientar a prática pedagógica, o texto é insuficiente ao não fornecer sugestões e orientações concretas sobre como o professor pode aplicar esses conceitos em suas aulas.

No contexto e abordagem da biodiversidade, os PCN do Ensino Médio (PCNEM) fazem apenas uma menção geral, conforme destacado por Silva (2016). Nesse sentido, não fazem menção direta à biodiversidade marinha, foco deste estudo. Embora o documento não trate diretamente do tema, ele possibilita espaço para discussões. Um dos aspectos que favorecem essa abordagem é a ênfase nos estudos genéticos e na biologia molecular, que, por meio de

técnicas específicas e da consideração ética na pesquisa, permitem refletir sobre as intervenções humanas e compreender os processos biológicos envolvidos. Esses estudos são fundamentais para reconhecer a importância da biodiversidade na manutenção do equilíbrio dos ecossistemas:

O desenvolvimento da Genética e da Biologia Molecular, das tecnologias de manipulação do DNA e de clonagem traz à tona aspectos éticos envolvidos na produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico, chamando à reflexão sobre as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Conhecer a estrutura molecular da vida, os mecanismos de perpetuação, diferenciação das espécies e diversificação intraespecífica, a importância da biodiversidade para a vida no planeta são alguns dos elementos essenciais para um posicionamento criterioso relativo ao conjunto das construções e intervenções humanas no mundo contemporâneo (BRASIL, 2000, p. 14-15).

Dando prosseguimento, dois anos após a divulgação do PCN, os PCN+ (Parâmetros Curriculares Nacionais Complementares para o Ensino Médio), publicados em 2002, foram elaborados como um complemento aos PCNEM de 2000, buscando aprofundar e detalhar a abordagem das áreas do conhecimento. Ademais, de acordo com Brasil (2006), estabelecem uma comunicação mais próxima com os professores e educadores, reduzindo a distância entre a formulação das ideias e sua aplicação prática. O documento reforça seu compromisso com a integração das competências gerais aos conhecimentos disciplinares, organizando de maneira mais estruturada várias das propostas inicialmente apresentadas pelos PCNEM.

O novo ensino médio, nos termos da lei, de sua regulamentação e encaminhamento, deixa de ser, portanto, simplesmente preparatório para o ensino superior ou estritamente profissionalizante, para assumir necessariamente a responsabilidade de completar a educação básica. Em qualquer de suas modalidades, isso significa preparar para a vida, qualificar para a cidadania e capacitar para o aprendizado permanente, em eventual prosseguimento dos estudos ou diretamente no mundo do trabalho [...] (Brasil, 2002, p. 4)

Esses documentos ampliam as diretrizes curriculares, promovendo uma reflexão sobre o papel do Ensino Médio na formação integral dos estudantes, indo além da simples preparação para exames. Além disso, enfatizam a interdisciplinaridade, a pesquisa e o pensamento crítico, propondo estratégias para superar a fragmentação do ensino e estabelecer conexões entre os conteúdos e suas aplicações no cotidiano. Dessa forma, os PCN+ reforçam a importância de um ensino contextualizado e alinhado às demandas sociais e educacionais da época.

Os objetivos da nova educação pretendida são certamente mais amplos do que os do velho projeto pedagógico. Antes se desejava transmitir conhecimentos disciplinares padronizados, na forma de informações e procedimentos estanques; agora se deseja promover competências gerais, que articulem conhecimentos disciplinares ou não. Essas competências dependem da compreensão de processos e do desenvolvimento

de linguagens, a cargo das disciplinas, e estas devem, por sua vez, ser tratadas como campos dinâmicos de conhecimento e de interesses, e não como listas de saberes oficiais (Brasil, 2002, p. 8).

Nesse sentido, os PCN+ trazem como base o ensino por competências, interligando disciplinas e áreas afins, no sentido de trabalhar a interdisciplinaridade presentes entre as áreas de *Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; e Ciências Humanas e suas Tecnologias*.

A articulação entre áreas é uma clara sinalização para o projeto pedagógico da escola. Envolve uma sintonia de tratamentos metodológicos e, no presente caso, pressupõe a composição de um aprendizado de conhecimentos disciplinares com o desenvolvimento de competências gerais. Só em parte essa integração de metas formativas exige, para sua realização, projetos interdisciplinares, concentrados em determinados períodos, nos quais diferentes disciplinas tratam ao mesmo tempo de temas afins. Mais importante do que isso é o estabelecimento de metas comuns envolvendo cada uma das disciplinas de todas as áreas, a serviço do desenvolvimento humano dos alunos e também dos professores (Brasil, 2002, p. 14).

Em comparação com os PCN de 2000, os PCN+ não diferenciam competências e habilidades, concentrando-se apenas nas competências. No entanto, oferecem um detalhamento mais aprofundado em cada área do conhecimento, proporcionando maior abrangência e especificidade conceitual. No contexto da Biologia, os conteúdos são organizados em seis temas estruturadores, que agrupam conceitos essenciais e destacam aspectos fundamentais da vida e da existência humana, sempre articulados com a aplicação do conhecimento científico na prática. Os temas mencionados são: a. *Interação entre os seres vivos*; b. *Qualidade de vida das populações humanas*; c. *Identidade dos seres vivos*; d. *Diversidade da vida*; e. *Transmissão da vida, ética e manipulação gênica*; f. *Origens e evolução da vida* (Brasil, 2002).

Os temas estruturadores em Biologia apresentados no documento trazem quatro unidades temáticas, que propõem uma abordagem integrada ao longo do ensino médio. O exemplo de cada um é explicado com maiores detalhes, em que no primeiro tema, com base nas ciências ambientais, os alunos compreendem o funcionamento dos sistemas vivos e participam de debates sobre questões ambientais. O segundo enfatiza a vida humana, permitindo que os estudantes aprofundem seu entendimento sobre saúde e qualidade de vida e se preparem para intervenções sociais. O terceiro, fundamentado na citologia e genética, explora a organização celular e as tecnologias de manipulação da vida. No quarto, com apoio da zoologia, botânica e ciências ambientais, é discutida a diversificação da vida e os desafios da biodiversidade. Já no quinto e sexto temas, conceitos de genética, evolução e fisiologia são utilizados para analisar questões sobre a origem e o futuro da vida no planeta, incluindo debates sobre clonagem e o genoma humano (Brasil, 2002).

Nos conteúdos apresentados pelos PCN+, quando procuramos a temática Biodiversidade Marinha, destaca-se "Diversidade da Vida", que poderia ser um ponto-chave para identificar a abordagem da biodiversidade marinha no documento. No documento há discussões sobre a diversidade da vida e sua importância para o equilíbrio dos ecossistemas, mas não há menção direta aos ecossistemas marinhos ou à biodiversidade oceânica/marinha. O documento agrupa conceitos biológicos de maneira abrangente, sem especificar categorias de ecossistemas ou direcionar estratégias pedagógicas para o estudo da biodiversidade marinha.

No quadro 2 temos a abordagem do termo biodiversidade nos PCNEM e PCN+ feita pelos pesquisadores Fiuza e Freixo (2022), evidenciando as propostas para o ensino, constituindo as abordagens do conceito, níveis de organização, âmbito de explicação e descrição sintética.

Quadro 2. Abordagem do termo biodiversidade nos PCNEM e PCN+

Abordagem do conceito	Nível de organização	Âmbito de explicação	Descrição sintética
Evolução	Nível das espécies e Ecossistemas Genéticos	Evolutivo/Biológico Ecológico	O foco encontra-se nas condições físicas da Terra, sistemática, origem da vida. Teorias da evolução e mecanismos evolutivos, variabilidade, tempo geológico e reprodução, filogenia.
Ecologia	Nível das espécies e ecossistemas	Biológico-Ecológico Conservacionista Político-Econômico Cultural	O foco se encontra na estabilidade e equilíbrio dos ecossistemas. Sustentabilidade. Interação entre as comunidades biológicas e os fatores físicos e os fatores físicos e químicos. Condições físicas que permitem maior diversidade, desequilíbrio ambiental e intervenção humana, uso econômico da biodiversidade.
Genética	Nível das espécies e genético	Biológico-Ecológico; Evolutivo, Político-econômico.	Focaliza-se nos processos celulares envolvidos na diversidade vida. Diversidade genética e variedade de espécies. Mutação, manipulação

genética, transgênicos.	cultivos
----------------------------	----------

Fonte: Fiuza e Freixo (2022)

Segundo Brasil (2006), em um país com uma das maiores biodiversidades do mundo, é fundamental que os cidadãos adquiram conhecimento sobre essa diversidade biológica e compreendam sua responsabilidade em relação a ela. Nesse sentido os PCN+, ao abordarem os conteúdos relacionados à biodiversidade, os quais devem ser apresentados de maneira a possibilitar ao aluno entender a importância dessa diversidade para a vida no planeta, destacam seus componentes e interações, além dos fatores que favorecem seu surgimento e aqueles que limitam sua manutenção. O tema possui dois focos principais: um focado na diversidade dos organismos e em sua interdependência, e outro voltado para os impactos das ações humanas sobre a biodiversidade.

Embora a biodiversidade marinha não seja explicitamente abordada nas unidades descritas, os temas relacionados à interdependência dos seres vivos, fluxos de matéria e energia, desequilíbrios ambientais causados pela intervenção humana e problemas ambientais podem ser facilmente conectados à mesma. Nesse sentido, os PCN+ abrem uma margem mais abrangente à temática, ao contrário do PCN de 2000, para possíveis discussões nesse contexto, tendo em vista que:

Para desenvolver todas as competências, é imprescindível que os conhecimentos se apresentem como desafios cuja solução envolve mobilização de recursos cognitivos, investimento pessoal e perseverança para uma tomada de decisão. Nessas circunstâncias, importa o desenvolvimento de atividades que solicitem dos alunos várias habilidades, entre elas, o estabelecimento de conexões entre conceitos e conhecimentos tecnológicos, o desenvolvimento do espírito de cooperação, de solidariedade e de responsabilidade para com terceiros (Brasil, 2002, p. 70).

É fundamental destacar que os PCN+ sugerem que os eixos temáticos de Biologia sejam explorados ao longo das três séries do ensino médio. A seleção dos tópicos, a sequência de seu tratamento e as metodologias adotadas devem levar em consideração a realidade de cada instituição de ensino, assim como as percepções do docente sobre os interesses, necessidades e expectativas dos estudantes (Brasil, 2002). Além disso, o processo de ensino-aprendizagem deve ser compreendido como uma interação contínua e mútua, que é dinâmica e colaborativa. Para isso, é essencial que se criem vínculos de parceria entre o professor e os alunos, bem como entre os próprios estudantes. Existem diversas estratégias que favorecem uma relação dialógica em sala de aula, destacando-se, especialmente, práticas como a experimentação, os estudos de

campo, o desenvolvimento de projetos, jogos educativos, seminários, debates e simulações, que são especialmente eficazes no ensino de Biologia (Brasil, 2002).

3.2 As Orientações Curriculares para o Ensino Médio, o Novo Ensino Médio, a Base Nacional Comum Curricular e Biodiversidade Marinha

Outro documento norteador são as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, sendo estes desenvolvido com base em amplo debate envolvendo as equipes técnicas dos Sistemas Estaduais de Educação, docentes e estudantes da rede pública, além de representantes da comunidade acadêmica. Esse material tem como propósito estimular o diálogo entre professores e instituições de ensino, favorecendo a reflexão sobre a prática pedagógica (Brasil, 2006).

O documento sobre o Ensino de Ciências destaca que, nas últimas décadas, o ensino de Biologia, Química e Física no ensino médio tem enfrentado um desafio significativo, especialmente devido à ênfase excessiva na preparação dos estudantes para os vestibulares. Esse modelo de ensino, geralmente centrado na apresentação de respostas prontas, sem incentivar a formulação de questões, desconsidera um aspecto essencial da ciência: sua natureza investigativa. Esse elemento crucial, que deveria ser mais explorado pelos professores, é pouco abordado nas escolas e raramente cobrado nas avaliações de ingresso ao ensino superior. Como resultado, os objetivos previstos pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei Nº 9394/96) para essa fase da educação básica acabam sendo negligenciados (Brasil, 2006).

Paralelamente, questões relacionadas as Ciências têm sido amplamente debatidas em diferentes meios de comunicação, como jornais, revistas e a internet, exigindo que o professor apresente esses temas de forma que os alunos consigam relacionar os avanços científicos atuais com os fundamentos do pensamento biológico. No entanto, um ensino baseado apenas na memorização de termos, regras e processos, como se os fenômenos naturais fossem sempre padronizados e imutáveis, acaba por reduzir as disciplinas a uma perspectiva mecanicista. Isso compromete sua essência como uma ciência, principalmente no ensino de Biologia, que busca compreender os múltiplos aspectos da vida no planeta, além de contribuir para a construção de uma visão mais ampla sobre o ser humano e seu papel no mundo (Brasil, 2006).

Dentro desse contexto, a compreensão da biodiversidade se apresenta como um aspecto essencial, e é importante notar que, além dos ecossistemas terrestres, a biodiversidade marinha desempenha um papel crucial. Os ecossistemas aquáticos, especialmente os marinhos, possuem

uma diversidade biológica imensamente considerável, frequentemente subestimada nos currículos tradicionais. A diversidade dos ambientes marinhos, com seus organismos e interações, reflete um ecossistema dinâmico que merece uma abordagem mais aprofundada no ensino de Ciências, especialmente quando se considera a vasta costa litorânea brasileira, rica em vida marinha.

O documento menciona, quanto à temática Biodiversidade que

É importante assinalar que a diversidade biológica não deve ser tratada apenas em relação ao número de espécies, mas sim em todos os seus níveis: diversidade dos ecossistemas, das populações, das espécies e dos genes. Com isso, o assunto deixa de ser apenas um tópico dentro de um capítulo de ecologia e passa a ser tema mais central, envolvendo aspectos ecológicos, taxonômicos e genéticos. O estudo da diversidade biológica não deve ser associado apenas aos ecossistemas terrestres, fato recorrente nos livros didáticos. A diversidade dos ecossistemas aquáticos é bastante relevante e deve ser considerada, principalmente diante da extensão da costa litorânea brasileira e da quantidade de rios e lagos do país. Outro aspecto de importância crucial é que a abordagem da diversidade tenha um enfoque centrado – mas não exclusivo – na realidade brasileira. Cada vez mais decisões de cunho político e econômico devem ter estreita relação com o domínio do conhecimento sobre a biodiversidade brasileira. Na condição de cidadãos deste país, todos devem estar instruídos sobre esse assunto. Temas como os usos da biodiversidade, o suprimento de produtos que ela propicia, os chamados serviços ambientais e os saberes associados à biodiversidade (influência da biodiversidade nos regionalismos, nas culturas tradicionais, nos costumes) devem ser trabalhados em sala de aula (Brasil, 2006, p. 23).

Sendo assim, é destacada a necessidade de uma abordagem mais ampla da biodiversidade, que não deve se restringir apenas ao número de espécies, mas também considerar a diversidade dos ecossistemas, das populações, das espécies e dos genes. Essa perspectiva mais abrangente nos permite entender a complexidade dos sistemas naturais e como eles se interligam. Ao apresentar a biodiversidade de maneira mais integrada e holística, onde através do ensino de Biologia, pode incentivar os alunos a refletirem sobre o impacto das ações humanas na natureza e sobre como esses diferentes níveis de diversidade são essenciais para o equilíbrio dos ecossistemas.

Além disso, o destaque dado à diversidade dos ecossistemas aquáticos é relevante no contexto brasileiro, dada a vasta extensão de sua costa litorânea e a diversidade de rios e lagos espalhados pelo território, como mencionado no tópico anterior. Muitas vezes, os ecossistemas marinhos e de água doce não recebem a mesma atenção que os ecossistemas terrestres nos livros didáticos, mas é fundamental que os alunos compreendam a importância desses ecossistemas para a manutenção da vida no planeta (Brasil, 2006).

Dessa forma, a compreensão e a valorização da biodiversidade, em suas múltiplas dimensões, são fundamentais para formar cidadãos críticos e responsáveis. A partir disso, é importante destacar como as diretrizes da BNCC (Base Nacional Comum Curricular) se alinham a essa proposta, a saber se orientam o ensino de Ciências e Biologia de maneira mais

integrada e contextualizada, com ênfase na formação de competências que promovam o conhecimento e a valorização da biodiversidade, especialmente a biodiversidade marinha e no contexto brasileiro.

Nos PCNEM, o termo "Base Nacional Comum" é mencionado como parte de um processo de unificação obrigatória dos conteúdos curriculares. O documento destaca que a Lei nº 9.394/96 estabelece, no contexto da Educação Básica, a construção dos currículos para o Ensino Fundamental e o Ensino Médio, prevendo uma base comum a ser complementada por uma parte diversificada. Essa complementação deve levar em conta as especificidades regionais e locais, incluindo aspectos sociais, culturais e econômicos de cada contexto educacional (Brasil, 2000; Leite; Meirelles, 2021).

Ao longo dos anos, diversas políticas educacionais foram implementadas, sendo a BNCC de 2018 a mais recente. A primeira versão da Base Nacional Comum Curricular foi apresentada em 2015, desenvolvida por uma comissão composta por professores, educadores e especialistas em ensino. Essa proposta, baseada no Plano Nacional de Educação (PNE), tinha como finalidade estruturar o currículo da Educação Básica no Brasil. O documento estabelecia diretrizes para todas as áreas do conhecimento — Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas — abrangendo desde a Educação Infantil até o Ensino Médio, além de incluir orientações voltadas à Educação Especial (Leite; Meirelles, 2021; Silva-Batista; Moraes, 2019).

Após um amplo processo de reformulação que contou com a participação de nove mil de educadores, através de seminários realizados pela União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação (Undime) e pelo Conselho Nacional de Secretários de Educação (Consed), a versão final da BNCC foi concluída e aprovada em 2017, entrando em vigor em 2019. Em termos de estrutura e organização, a BNCC está dividida em três etapas da Educação Básica: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. O documento detalha como as aprendizagens estão distribuídas ao longo dessas fases e apresenta a composição dos códigos alfanuméricos utilizados para a identificação dos conteúdos previstos (Anpae, 2018).

A BNCC é definida como “um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais” (Brasil, 2018, p. 7). Esse documento foi elaborado com o objetivo de padronizar os currículos educacionais em diferentes níveis – federal, estadual e municipal – assegurando que os conteúdos sejam abordados de forma consistente, conforme a série e o tempo disponível para cada estudante. Assim, um aluno do sudeste do país terá acesso ao mesmo conteúdo que um aluno da região nordeste, desde que estejam matriculados no mesmo ano ou série (Carvalho *et al.* 2018). Sendo assim: “Assim, para

além da garantia de acesso e permanência na escola, é necessário que sistemas, redes e escolas garantam um patamar comum de aprendizagens a todos os estudantes, tarefa para a qual a BNCC é instrumento fundamental (Brasil, 2018, p. 9).

Contudo, para alguns autores, há muitas problemáticas neste documento. Entre esses aspectos, destacam-se a persistência na associação direta entre educação e desenvolvimento econômico, a crença no papel da educação como solução para a maioria dos problemas sociais, a limitação da educação à mensuração da aprendizagem e à garantia de padrões uniformes para todos os estudantes, bem como a redução da crítica teórica à BNCC a uma abordagem meramente ideológica e a ideia de que os docentes necessitam de uma diretriz curricular comum para desempenhar seu trabalho nas escolas (Anpae, 2018).

De acordo com Sacristán (2013), os documentos curriculares também podem gerar exclusões com reflexos à vivência social dos estudantes. Por isso, é fundamental reconhecer o papel das instituições escolares como espaços de resistência e contestação a discursos e práticas que reforçam a marginalização. Por vezes, adotam-se medidas imediatistas sem um planejamento fundamentado em diretrizes claras e diagnósticos bem estruturados. Esse é o caso da BNCC, que desde sua formulação prioriza um conjunto de conteúdos e objetivos sem estabelecer de forma explícita o modelo de educação e sociedade que pretende construir (Anpae, 2018). No cenário atual, apesar de ser vista como uma solução para os desafios educacionais do país, vista como uma solução para os desafios educacionais do país, a Base assume um papel prescritivo na formação de estudantes e professores. Além disso, razões de ordem econômica, disfarçadas sob uma abordagem técnica e científica, impulsionam reformas educacionais voltadas para a padronização da aprendizagem por meio de controle e avaliação (Albino; Silva, 2019).

Diante desse contexto, destaca-se a relevância dos livros didáticos no processo educacional. Embora frequentemente sejam alvo de críticas e debates por sua interpretação como objeto cultural, continuam sendo reconhecidos como um recurso essencial para a escolarização (Mantovani, 2009). Klix Freitas e Rodrigues (2008, p. 1) destacam que o livro didático:

[...] faz parte da cultura e da memória visual de muitas gerações e, ao longo de tantas transformações na sociedade, ele ainda possui uma função relevante [...] na missão de atuar como mediador na construção do conhecimento. O meio impresso exige atenção, intenção, pausa e concentração para refletir e compreender a mensagem, diferente do que acontece com outras mídias como a televisão e o rádio, que não necessariamente obrigam o sujeito a parar. O livro, por meio de seu conteúdo, mas também de sua forma, expressa em um projeto gráfico, tem justamente a função de chamar a atenção, provocar a intenção e promover leitura.

Considerando a influência da BNCC, seu documento estabelece diretrizes para a elaboração dos livros didáticos, que são amplamente utilizados pelos professores. No entanto, embora oriente a organização dos conteúdos, não explicita de forma clara as estratégias didáticas necessárias para a aplicação do ciclo investigativo no ensino (Conceição; Lorenzetti, 2023). Conforme apontado por Marques e Oliveira (2021), o Edital 2021 do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) passou a incorporar as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), provocando alterações nos livros didáticos do ensino médio distribuídos. Além disso, o edital também está alinhado com as diretrizes do Novo Ensino Médio (NEM), estabelecido pela Lei 13.415 de 16 de fevereiro de 2017, onde Gonçalves, Paulino e Oliveira (2022) apontam que ambos os documentos foram aprovados em meio a diversas críticas e incertezas.

Sobre o NEM, é imprescindível mencionar que houve muitas mudanças em sua estrutura nos últimos sete anos após sua primeira divulgação. De acordo com Silva, Chrispino e Melo (2025) por meio da lei, entre as primeiras mudanças implementadas em 2017, destacavam-se a reestruturação do currículo, dividido em Formação Geral Básica, com até 1.800 horas, e Itinerários Formativos, com carga mínima de 1.200 horas, além do aumento da carga horária total para no mínimo 3.000 horas. Também havia a obrigatoriedade de alinhar o currículo com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), entre outras medidas. Entre 2017 e 2023, as redes estaduais e o Distrito Federal trabalharam na regulamentação dessa nova legislação, adaptando as propostas curriculares, criando materiais e promovendo a formação dos docentes para implementar essa nova organização.

De acordo com o documento, diversas críticas foram levantadas, e estudos como os de Vidal, Oliveira e Avelar (2022); Almeida, Bezerra e Lins (2023); Oliveira e Silva (2023); Silva, Barbosa e Körbes (2022); De Oliveira, Polizeli e Simokomaki (2024); Saraiva (2024) e Soares, Trindade e Dolzane (2024) apontam questões importantes no cenário educacional. Entre os problemas destacados estão o déficit de docentes qualificados para os novos aprofundamentos, a falta de formação continuada para os professores, a inadequação dos itinerários formativos e a rigidez do currículo, entre outros aspectos.

Mediante a diversas críticas a lei anterior, a nova Lei nº 14.945 de 2024, buscou revogar parcialmente a Lei 13.415/2017, ampliando a Formação Geral Básica de 1.800 para 2.400 horas, que inclui Português, Inglês, Artes, Educação Física, Matemática, Ciências da Natureza (Biologia, Física, Química) e Ciências Humanas (Filosofia, Geografia, História, Sociologia), ocorrendo mediante articulação da Base Nacional Comum Curricular e da parte diversificada. Já os itinerários formativos, terão carga horária mínima dos itinerários será de 600 horas, com

exceção da formação técnica e profissional, podendo chegar a 1.200 horas (Brasil, 2024). Ainda segundo o documento, a legislação estabelece que a implementação das novas diretrizes para o ensino médio deve começar em 2025, para os alunos da primeira série. No ano seguinte, 2026, as mudanças serão aplicadas à segunda série, e, em 2027, à terceira série. Nesse sentido, isso implica na decisão de que as adequações dos novos livros do ensino médio só serão efetivamente implementadas em todas as turmas no ano de 2027.

Nesse sentido, o Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) tem um papel fundamental na implementação das diretrizes da BNCC e consequentemente do Novo Ensino Médio, possibilitando que os livros didáticos distribuídos às escolas públicas contemplem os princípios e conteúdo do currículo. O PNLD abrange a distribuição regular e gratuita de materiais didáticos, pedagógicos e literários para alunos e professores da educação básica. A seleção dos materiais segue critérios estabelecidos em edital, com avaliação de especialistas da Secretaria de Educação Básica (SEB), sendo que as obras são renovadas a cada quatro anos, conforme a etapa de ensino. Após aprovação, a lista de livros aprovados é disponibilizada para que as escolas façam a escolha dos materiais (Ministério da Educação, 2017). Dessa forma, mediante as novas mudanças do NEM, o PNLD 2021-2024 ainda continuará vigente no ano de 2025 nas escolas estaduais brasileiras.

Dando continuidade ao contexto do Ensino de Ciências, no estudo de Marques e Oliveira (2021) sobre interdisciplinaridade e contextualização nos documentos analisados, observou-se que, embora a BNCC de 2018 mencione uma variedade de termos relacionados à contextualização, o conceito foi pouco explorado na área de Ciências da Natureza. A BNCC tem sido criticada por suas fragilidades e aprovação apressada, sendo objeto de diferentes pesquisas. O Edital do PNLD 2021, ao abordar a formação de professores e gestores, destaca a fragilidade da formação inicial no aspecto interdisciplinar como um desafio a ser enfrentado. Contudo, tanto o Edital quanto a BNCC não oferecem diretrizes claras para orientar editoras e educadores na construção dos materiais didáticos. Esse empecilho é observado tanto na formação docente quanto nos próprios textos legais. As novas obras didáticas, que chegaram às escolas públicas com grande expectativa, exigem um acompanhamento de pesquisas para analisar suas implicações e evitar possíveis prejuízos aos alunos.

Outro estudo, realizado por Moreira *et al.* (2024) complementa essa análise ao criticar a BNCC por restringir o processo educacional ao desenvolvimento de competências e habilidades focadas apenas nos conteúdos essenciais, com uma ênfase excessiva em Língua Portuguesa e Matemática, em detrimento de outras áreas do conhecimento. Segundo os autores, a exclusão de temas das Ciências da Natureza e Ciências Humanas na BNCC limita a formação

integral dos alunos, favorecendo uma abordagem voltada à formação mínima exigida pelo sistema neoliberal, que prioriza os interesses do mercado de trabalho, sem considerar o direito à educação e o desenvolvimento emancipatório dos estudantes.

No âmbito do Ensino de Biologia, Leal (2021) analisou livros didáticos aprovados no PNLD 2021-2024, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, e identificou uma abordagem interdisciplinar. No entanto, observou uma redução dos conteúdos de Biologia em comparação com materiais didáticos anteriores, evidenciando um possível esvaziamento curricular e um controle mais rígido do currículo. Diante desse cenário, o autor ressalta a importância de garantir que os livros didáticos não se tornem o único referencial para o trabalho docente, além da necessidade de investir em formação continuada gratuita para que os professores possam atuar de maneira crítica no Novo Ensino Médio.

A BNCC sugere que a área das Ciências da Natureza tenha o compromisso de realizar o desenvolvimento do letramento científico no indivíduo, como despertá-lo por meio de temas de relevâncias sociais, envolvendo a capacidade de compreender e interpretar o mundo, seja natural, social e/ou tecnológico, como na capacidade de transformá-lo (BRASIL, 2018). Porém, quando comparamos o documento e com livros oferecidos pelo PNLD, com estudos que envolvem a temática ‘Biodiversidade’ nos documentos, como os de Fiuza e Freixo (2022); Aroni (2023) e Pacheco, Santos e Buzzato (2024), observa-se certas incongruências. No quadro 3, é apresentada a abordagem do termo biodiversidade da BNCC pelos autores Fiuza e Freixo (2022), evidenciando as propostas para o ensino.

Quadro 3. Abordagem do termo biodiversidade na BNCC

Abordagem do conceito	Nível de organização	Âmbito de explicação	Descrição sintética
Evolução	Nível das espécies	Evolutivo/Biológico Ecológico	O foco encontra-se na diversidade de formas de vida, suas características e necessidades, e os elementos essenciais à sua manutenção. Teorias evolucionistas e mecanismos evolutivos
Conservação	Nível das espécies e ecossistemas	Biológico-Ecológico Conservacionista Político Econômico-Cultural	Focaliza-se na importância da preservação da biodiversidade para a manutenção dos ecossistemas e do equilíbrio socioambiental, como ela se distribui nos ecossistemas brasileiros. E sustentabilidade

Ecossistema	Nível das Espécies	Biológico-Ecológico	O foco se encontra na diversidade de formas (vidas/espécies) e níveis de organização
Diversidade humana	Nível das Espécies	Cultural-Político	Focaliza-se no uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos eugenistas e racistas.

Fonte: Fiuza e Freixo (2022)

Fiuza e Freixo (2022) destacam que, apesar de mais antigos, os PCN oferecem uma abordagem mais detalhada sobre a biodiversidade em comparação à BNCC. Observa-se que, ao longo dos anos, os documentos oficiais responsáveis por orientar e padronizar o currículo nacional têm reduzido progressivamente a ênfase dada à biodiversidade no Ensino de Ciências Naturais, especialmente em Biologia. Os resultados da análise feita pelos autores apontam para a necessidade de novas investigações sobre o ensino da biodiversidade nos documentos normativos da Educação Básica, incentivando o aprofundamento em pesquisas nessa área. Dessa forma, é viável o objeto de estudo da atual dissertação, que tem por objetivo analisar as relações entre Biodiversidade Marinha e Educação Ambiental em livros didáticos de Ciências da Natureza do ensino médio.

3. EDUCAÇÃO AMBIENTAL MARINHA E COSTEIRA E OS LIVROS DIDÁTICOS

A Educação Ambiental (EA) emergiu em meio à crise ambiental evidenciada nas últimas décadas do século XX, como uma resposta à necessidade de transformar a maneira como os seres humanos se relacionam com o meio ambiente. Essa abordagem passou a demandar uma mudança na visão de mundo e nas práticas sociais, voltadas para a redução dos impactos ambientais. Com o tempo, percebeu-se que a EA envolve uma rede complexa de relações entre indivíduo, sociedade, natureza e educação, o que levou a reflexões mais profundas e ao desenvolvimento de diferentes correntes teóricas, ampliando significativamente seu campo de atuação e complexidade (Layrargues; Lima, 2014). De acordo com Tozoni-Reis (2006) a EA é um processo de aprendizagem infindável, que se fundamenta no respeito a todas as formas de vida e que reitera princípios e ações que colaborem para as transformações socioambientais.

Leff (1999, p. 131) destaca que:

A Educação Ambiental é uma forma abrangente de educação que se propõe a todos os cidadãos, inserindo a variável meio ambiente em suas dimensões física, química, biológica, econômica, política e cultural em todas as disciplinas e em todos os veículos de transmissão de conhecimento.

Ao ponderarmos sobre a vitalidade da interação entre a humanidade e a natureza, aliada à atual crise ambiental que impacta nossa civilização e diversos ecossistemas, torna-se claro o papel crucial da EA na edificação de respostas sociais a esse desafio (Sauvé, 2004; Guimarães, 2004). Além disso, é importante mencionar que a EA engloba o desenvolvimento de uma formação cidadã, responsável e crítica, incentivando a participação ativa. Nesse contexto, cada pessoa adquire conhecimentos científicos e valoriza saberes tradicionais, capacitando-se para tomar decisões transformadoras em relação ao meio ambiente, seja natural ou construído, no qual estão integradas (Brasil, 2022).

Segundo as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (Brasil, 2006), é fundamental que, em algum momento do processo educativo, os conteúdos sejam abordados de maneira articulada no currículo escolar, sem fragmentação ou prescrição, e que contemplem o desenvolvimento da EA, conforme estabelecido no Plano Nacional de Educação. Além disso, a EA, sendo tratada como tema transversal, deve ser promovida de forma integrada, contínua e permanente ao longo da prática educativa.

De acordo com Layrargues e Lima (2014), a EA brasileira se fundamenta atualmente em três macrotendências como modelos político-pedagógicos para a EA: conservacionista,

pragmática e crítica. A macrotendência conservacionista busca despertar a sensibilidade das pessoas em relação ao meio natural. No entanto, essa abordagem tende a restringir o conceito de ambiente a um cenário puramente natural, excluindo o ser humano desse contexto. Dessa forma, ela não favorece uma compreensão mais ampla e crítica das interações complexas entre os aspectos sociais, humanos e ambientais.

A macrotendência pragmática apresenta avanços em relação à compreensão das interações entre seres humanos, sociedade e meio ambiente. No entanto, ainda se apoia em concepções alinhadas ao modelo econômico vigente, que enxerga a natureza como um recurso a ser explorado para fins lucrativos. Essa abordagem propõe estratégias voltadas para a mitigação dos danos ambientais causados pelas atividades industriais e pela produção em larga escala, como é o caso da reciclagem e do reaproveitamento de resíduos.

Seu fortalecimento está relacionado ao processo de industrialização e à valorização do crescimento econômico, especialmente nas áreas de energia e abastecimento, onde o foco permanece na geração de lucro e na entrada de capital (Layrargues; Lima, 2014). Apesar disso, essa macrotendência também dialoga com preocupações ambientais e político-econômicas, defendendo práticas sustentáveis que reduzam os impactos sem comprometer o crescimento econômico.

Comparada à abordagem conservacionista, a tendência pragmática não baseia suas ações apenas na sensibilização individual ou na separação do ser humano da natureza. Enquanto a conservacionista sugere que a preservação depende da exclusão da presença humana, a pragmática busca integrar estratégias de convivência e sustentabilidade dentro do modelo produtivo.

Quanto a EA crítica, há a busca pelo protagonismo no campo educacional por sua capacidade de articular uma compreensão ampla das relações entre sociedade, natureza e processos ambientais. Conforme destacam Vorpágel e Uhmman (2018), ao promover essa articulação, essa vertente se mostra socialmente transformadora, contribuindo para uma prática educativa engajada na construção de uma nova ordem social. Por isso, acredita-se que essa abordagem pode influenciar positivamente outras tendências, estimulando o desenvolvimento de ações mais reflexivas e comprometidas com a justiça socioambiental.

Essa macrotendência surge como uma resposta às limitações presentes nas abordagens conservacionista e pragmática. Ela não apenas se contrapõe à exclusão do ser humano do meio ambiente, como na tendência conservacionista, mas também questiona a compatibilidade entre sustentabilidade e o atual modelo de desenvolvimento econômico, algo pouco problematizado pela abordagem pragmática (Layrargues; Lima, 2014).

Para Layrargues e Lima (2011) e Layrargues e Lima (2014), a macrotendência crítica reúne diferentes correntes, como a EA Popular, Emancipatória e Transformadora, e se fundamenta numa revisão crítica das bases que sustentam a exploração humana e os sistemas de acumulação de capital. Essa vertente propõe, portanto, uma atuação política voltada ao enfrentamento das desigualdades sociais e ambientais, incorporando à EA um caráter de resistência, mobilização e transformação da realidade. Nesse sentido, defende-se que a EA não pode estar dissociada das lutas sociais mais amplas (Layrargues, 1999).

A perspectiva crítica da EA dialoga com o pensamento da complexidade, ao reconhecer que os desafios atuais (especialmente os de ordem ambiental) não podem ser compreendidos ou resolvidos por meio de abordagens simplificadas ou fragmentadas. Essa vertente valoriza uma visão integrada e sistêmica, capaz de questionar e ressignificar dicotomias históricas herdadas do pensamento cartesiano, como as separações entre indivíduo e sociedade, sujeito e objeto do conhecimento, natureza e cultura, ética e técnica, entre outras. Ao adotar esse olhar mais amplo e relacional, a EA Crítica amplia seu potencial transformador e propõe uma educação que compreenda a realidade em sua totalidade e complexidade.

Nesse sentido, frente a essa realidade, a escola e o currículo desempenham papéis cruciais. A escola não pode se manter indiferente a todas as questões envolvidas, especialmente considerando que, de acordo com a legislação em vigor, é incumbência da instituição educacional promover a EA. Dessa forma, o livro didático desempenha um papel de grande importância no cenário do ensino formal, frequentemente representando a única fonte disponível para os alunos, dadas as vastas dimensões e diversidade social do Brasil (Santinelu; Royer; Zanatta, 2016). Ele se configura como uma ferramenta crucial para apoiar os professores na preparação e planejamento de suas aulas, além de servir como um suporte essencial para os estudantes. É fundamental que o livro se apresente de maneira contemporânea e desafiadora, enfatizando valores formativos que contribuam para o pleno desenvolvimento de competências e habilidades, conforme observado por Tonin e Uhmman (2020).

Para além de sua função prática, o livro didático possui um valor simbólico marcante na história da educação brasileira. Conforme aponta Ribeiro (2021), ao longo da história ele se consolidou como um instrumento pedagógico essencial, indo além da simples transmissão de conteúdo. Sua presença nas escolas impacta diretamente as práticas de ensino, podendo contribuir para transformações no fazer pedagógico. Nessa perspectiva, Bittencourt (2009) ressalta que o próprio processo de seleção do livro didático configura-se como um ato político, exigindo engajamento crítico por parte dos professores e da comunidade escolar, uma vez que está diretamente relacionado à formação dos estudantes. Dessa forma, o livro didático não

apenas estrutura o que se ensina, mas também influencia as estratégias adotadas em sala de aula, como já advertia Lajolo (1996).

Com base nessa perspectiva, a EA surge como uma dimensão essencial da formação escolar, cujo objetivo é formar sujeitos críticos, conscientes e comprometidos com a realidade socioambiental. Tais indivíduos devem ser capazes de tomar decisões responsáveis e agir em prol da vida e do bem-estar coletivo, tanto em nível local quanto global. Considerando, portanto, a importância dos livros didáticos na educação brasileira e a urgência das discussões ambientais, é indispensável que a EA esteja presente no Ensino Médio. Sua inserção nos materiais didáticos representa uma oportunidade de ampliar o acesso a conhecimentos, valores e práticas voltados à sustentabilidade. Além de enriquecer a formação dos estudantes, essa abordagem possibilita aos professores o desenvolvimento de um trabalho mais interdisciplinar e contextualizado, promovendo uma educação alinhada às demandas da sociedade contemporânea.

De acordo com Brasil (2022), embora a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) represente um avanço ao reconhecer a Educação Ambiental (EA) como componente essencial da formação, ela ainda não assegura sua presença de forma integrada em todos os níveis e modalidades de ensino. Essa lacuna torna-se ainda mais evidente quando confrontada com os princípios estabelecidos pela Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), que propõe uma abordagem transversal e permanente da EA no processo educativo (Lei nº 9.795/99).

Observa-se, ainda, que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta limitações quanto à inserção da Educação Ambiental (EA) em seus componentes curriculares obrigatórios. Apesar de mencionar a EA em diversos trechos, sua abordagem se revela fragmentada e pouco articulada, deixando de contemplar plenamente os princípios da interdisciplinaridade, da transversalidade e da integração entre áreas do conhecimento - elementos fundamentais para uma efetiva educação ambiental. Essa fragilidade contribui para que a EA assuma um papel marginal nas propostas pedagógicas, dificultando a reorganização curricular das instituições e a promoção de mudanças significativas nas práticas educativas (Braun, 2020).

A Educação Ambiental (EA), para alcançar sua efetividade, requer uma abordagem que ultrapasse os limites disciplinares tradicionais, promovendo a integração de saberes oriundos de distintas áreas do conhecimento. Nessa perspectiva, estudos como os de Behrend, Cousin e Galianzi (2018) indicam que a presença da EA na BNCC encontra-se velada. Corroborando essa análise, Menezes e Miranda (2021) destacam que há apenas uma única menção explícita

à EA em todo o documento. Além disso, a BNCC não reconhece a EA como área de conhecimento, limitando-se a sugerir que os sistemas e redes de ensino, no exercício de sua autonomia, incorporem aos currículos e às propostas pedagógicas a abordagem de temas contemporâneos que impactam a vida humana em diferentes escalas, preferencialmente de forma transversal e integradora.

Nesse contexto, autores como Andrade e Piccinini (2017) ressaltam as limitações da BNCC enquanto política pública e alertam para o risco de retrocessos nas diretrizes voltadas à EA, especialmente em sua vertente crítica. A ausência de uma ênfase clara na abordagem interdisciplinar pode comprometer a capacidade dos educadores de tratar as questões ambientais de forma articulada, crítica e contextualizada, reduzindo, assim, o potencial transformador da EA nos processos formativos.

4.1 Educação Ambiental Marinha e Costeira e a Cultura Oceânica

Nas últimas décadas, tem se tornado cada vez mais evidente que, na maioria dos países, as pessoas possuem pouco conhecimento e consciência sobre o oceano e as questões marinhas (Leitão *et al.* 2022; Mogias *et al.* 2019). No Brasil, a EA Marinha e Costeira (EAMC), inicialmente proposta por Madureira e Tagliani (1997) e posteriormente aprimorada por meio de uma síntese do panorama dela no Brasil, feita por Pedrini (2010), foi por muito tempo abordada de forma superficial ou teve pouca difusão na comunidade científica. Além disso, segundo Pedrini *et al.* (2013), o conceito de mar ou ambiente marinho tem sido pouco estudado sob a ótica da percepção ambiental, o que faz com que esse ambiente seja reconhecido predominantemente por seu potencial utilitário.

Oliveira, Teixeira e Kneipp (2024) realizaram um estudo bibliográfico que destaca avanços significativos na Educação Ambiental Marinha e Costeira (EAMC) no Brasil. Entre esses progressos, destacam-se a implementação de programas educativos em escolas, ações voltadas para a conscientização das comunidades e o uso crescente de tecnologias digitais. No entanto, ainda existem desafios a serem enfrentados, como a capacitação de educadores, a articulação entre políticas públicas e a superação de barreiras culturais, aspectos essenciais para a efetividade dessas iniciativas.

Nesse sentido, a Educação Ambiental Marinha e Costeira (EAMC) pode ser entendida como um processo que promove a sensibilização, a conscientização e a compreensão sobre o oceano, capacitando os cidadãos a tomarem decisões mais assertivas e críticas em relação a esse ambiente (Pedrini *et al.* 2019). Além disso, tem potencial para sensibilização das pessoas

sobre a importância do oceano como uma herança que deve ser conservada (Siregar; Lubis; Taufika, 2024).

Porém, a EAMC ainda é pouco divulgada, quando comparada com os ecossistemas terrestres e doces (Berchez *et al.* 2016). Infelizmente, alguns dos dilemas no desenvolvimento curricular, na formação e na obtenção dos resultados de aprendizagem desejados em ambientes profissionais ainda estão centrados no conhecimento. A falta de capacitação de professores e a baixa conscientização pública continuam sendo barreiras significativas. Embora existam iniciativas que promovam a sensibilização sobre questões ambientais marinhas, equívocos na aprendizagem ainda persistem (Manuel, 2017; Mokos, 2020; Pazoto; Duarte; Silva, 2023; Siregar; Lubis; Taufika, 2024).

A divulgação das experiências e dos resultados da Educação Ambiental Marinha e Costeira (EAMC) ainda enfrenta desafios, uma vez que grande parte dessas iniciativas não é publicada em periódicos especializados, nem tem seus resultados cientificamente validados, ficando restritos a relatórios técnicos, teses e outros meios de divulgação com alcance limitado (Berchez *et al.* 2007). Além disso, a lacuna no desenvolvimento e na aplicação da EAMC reflete uma visão restrita da EA, que continua centrada em temas recorrentes desde sua origem, como aquecimento global, poluição do solo e do ar, preservação ambiental e desmatamento (Maciel, 2019).

De acordo com Maurício, Duarte e Silva (2021) as interações cotidianas entre os seres humanos e o ambiente marinho deram origem ao conceito de Cultura Oceânica (CO), que se consolidou como um campo de estudo dedicado a disseminar conhecimentos fundamentais sobre os oceanos, tornando-os acessíveis às comunidades. O conceito de "cultura oceânica" surgiu em 2004, para suprir a falta da ciência oceânica ensinada na educação formal (Schoedinger; Tran; Whitley, 2010), e foi definido como a compreensão da influência do oceano sobre os seres humanos e vice-versa (Cava *et al.* 2005).

Segundo Cava *et al.* (2005), um indivíduo considerado alfabetizado em oceanos é aquele que compreende os princípios essenciais e os conceitos fundamentais sobre o funcionamento do oceano, consegue se comunicar de maneira significativa sobre esse tema e toma decisões informadas e responsáveis em relação ao oceano e seus recursos. A partir disso, evoluiu para uma estrutura que considera a complexidade do oceano, a interconexão humana com ele e transforma o conhecimento oceânico em ação sustentável individual e coletiva (McKinley; Burdon; Sherlock, 2023).

De acordo com a comissão da Unesco, denominada Intergovernmental Oceanographic Commission (ICO ou COI) *et al.* (2021, p. 12),

A Cultura Oceânica é uma ferramenta poderosa para aumentar a conscientização e a compreensão do papel crítico e do valor do oceano em nossas vidas. Ainda mais importante é o potencial da Cultura Oceânica para impactar todas as partes interessadas dentro de um modelo de Teoria da Mudança, desde a conscientização e compreensão até mudanças de atitude e, finalmente, mudança de comportamento desejada.

Ademais, a Unesco faz esse destaque a Cultura Oceânica (CO), vista como um instrumento essencial para ampliar conhecimentos sobre a importância do oceano e incentivar uma mudança de comportamento em relação a ele. Ao mencioná-la dentro de um modelo de Teoria da Mudança, reforça-se a ideia de que a transformação social ocorre por etapas, começando pela sensibilização e compreensão, até resultar em atitudes e ações concretas. Esse processo é fundamental para a construção de uma sociedade engajada também no contexto da EAMC, tendo em vista que reconhece que o conhecimento, por si só, não é suficiente para promover mudanças, sendo necessário também o estímulo a práticas sustentáveis e a tomada de decisões responsáveis.

Outro fator importante que envolve a CO são seus princípios, estes criados por muitos cientistas e pesquisadores, e publicados no *Ocean Literacy: The Essential Principles and Fundamental Concepts of Ocean Sciences K-12*. Nesse sentido, foram desenvolvidos sete princípios, sendo estes: **1. A Terra tem um Oceano global e muito diverso; 2. O Oceano e a vida marinha têm uma forte ação na dinâmica da Terra; 3. O Oceano exerce uma influência importante no clima; 4. O Oceano permite que a Terra seja habitável; 5. O Oceano suporta uma imensa diversidade de vida e de ecossistemas; 6. O Oceano e a humanidade estão fortemente interligados; 7. Há muito por descobrir e explorar no Oceano** (Unesco, 2021).

O fortalecimento da Cultura Oceânica no contexto educacional é fundamental para a formação de cidadãos críticos e conscientes sobre a importância do oceano. A educação tem um papel central nesse processo, pois contribui para o desenvolvimento do pensamento analítico, das habilidades cidadãs e de valores alinhados à sustentabilidade (Mercer *et al.* 2017; Cotton; Winter, 2010). Para que a aprendizagem realmente impacte comportamentos, é essencial a adoção de metodologias mais dinâmicas e participativas, que promovam maior engajamento dos alunos e favoreçam uma conexão mais significativa com as questões marinhas (Mercer *et al.* 2017).

O ambiente escolar oferece um espaço propício para a promoção da Cultura Oceânica. No entanto, estudos recentes em diversos países apontam desafios significativos para sua inclusão no currículo. Entre as principais barreiras identificadas estão a sobrecarga e a fragmentação dos conteúdos curriculares, a falta de formação específica dos professores em

ciências marinhas e a escassez de materiais didáticos adequados, dificultando a abordagem desse tema de maneira eficaz na educação formal (Costa *et al.* 2021; Dromgool-Regan; McCloughlin; Hartley *et al.* 2018; Lotze *et al.*, 2018; McHugh *et al.* 2016; McPherson; Wright; Tyedmers, 2020). Além dos desafios curriculares, outros fatores estruturais também dificultam a implementação da Educação Ambiental Marinha e Costeira (EAMC) e da Cultura Oceânica (CO) no ambiente escolar. A limitação de tempo para atividades extracurriculares, o grande número de alunos por turma e a falta de recursos financeiros ou de transporte para saídas de campo representam obstáculos que precisam ser superados para que essas abordagens sejam efetivamente incorporadas ao processo educativo (De Toni *et al.* 2023).

Santoro *et al.* (2020, p. 65) destaca que,

O desafio da cultura oceânica é, portanto, unir a ciência ao apego emocional à natureza e integrá-la ao papel indispensável que a gestão tem, conectando diferentes universos de pensamentos e ações, com o propósito de promover a sustentabilidade do oceano. Desenvolver e sustentar abordagens inovadoras para a gestão do oceano exigirá melhorias na cultura global do oceano. Esse desafio requer uma forma de gestão de redes, formais ou informais, de organizações governamentais, não governamentais e internacionais que utilizam estratégias que vão muito além das políticas convencionais. Essas formas de gestão exigem e dependem do empoderamento de comunidades e redes de empresas, universidades, centros de pesquisa e grupos populares para compartilhar a responsabilidade de enfrentar ameaças urgentes. Exemplos interessantes desses tipos de parcerias estão surgindo em todo o mundo [...] resumindo, pode-se dizer que a cultura oceânica deve ser concebida dentro de uma estrutura maior de sustentabilidade oceânica, promovendo não apenas o conhecimento sobre o oceano, mas também a compreensão de como gerir os ecossistemas marinhos de maneira sustentável. (Santoro *et al.*, 2020, p. 65).

Uma análise mais aprofundada revela que o desenvolvimento sustentável tem sido predominantemente orientado por interesses econômicos (Carson, 1962; Da Silva; De Benedicto, 2019; Prieb; Carcanholo, 2011) influenciando as decisões socioambientais em vez de buscar um equilíbrio entre os três pilares fundamentais: ambiental, social e econômico (Scharf, 2004; Murphy, 2014). Em muitos casos, a dimensão econômica se sobrepõe às demais, quando o ideal seria uma abordagem integrada, em que as decisões socioambientais também orientassem o desenvolvimento econômico. Embora tenha um papel fundamental no equilíbrio do planeta, o oceano ainda é pouco estudado e explorado, recebendo menos atenção científica em comparação ao espaço sideral, como vimos no capítulo anterior. Além disso, as áreas destinadas à sua preservação e conservação permanecem restritas, o que contribui para a falta de conhecimento sobre sua importância. Essa lacuna se reflete diretamente na percepção da sociedade, uma vez que grande parte da população desconhece a relevância ecológica, médica, social, histórica e cultural dos oceanos.

No campo da Biologia, o fenômeno de desvalorização e desconhecimento da importância das plantas foi inicialmente descrito pelos autores Schussler e Wandersee (2001) com a expressão 'cegueira botânica'. No entanto, tal terminologia vem sendo progressivamente substituída por 'impercepção botânica', por apresentar um viés capacitista ao associar a deficiência visual a uma falta de conhecimento ou valorização (Ursi; Salatino, 2022). De maneira análoga, utiliza-se o termo 'impercepção oceânica' para descrever a visão limitada que a sociedade possui em relação aos oceanos, frequentemente reduzidos a funções mais visíveis e imediatas, como o lazer e a pesca. A Unesco (2020) denomina como “cegueira oceânica”, em que se faz necessário o acesso a uma educação oceânica de qualidade e impactante, fortalecendo a conexão dos indivíduos com o oceano. Esse entendimento superficial decorre, em grande parte, do contato restrito à faixa costeira, o que dificulta a compreensão da complexidade e da interconectividade dos ecossistemas marinhos.

A carência de conteúdos sobre o oceano na educação formal agrava essa questão, visto que a consequência desta realidade se reflete na escassa presença dos princípios das ciências oceânicas na BNCC (Tartaglioni, 2023). Os currículos escolares frequentemente restringem o estudo do ambiente marinho à fauna carismática, sem abordar sua totalidade e sua influência direta na vida humana. Para superar essa lacuna, é fundamental incluir a Cultura Oceânica nas práticas educativas, proporcionando uma formação mais abrangente e crítica sobre o papel dos oceanos no equilíbrio ambiental e na sociedade.

Estudos como o de Maurício, Duarte e Silva (2021) e Pazzoto *et al.* (2021) evidenciam lacunas na BNCC e nas diretrizes estaduais frente aos termos relacionados a Cultura Oceânica. Porém, por meio de uma análise documental realizada por Ghilardi-Lopes (2023), foi possível identificar conteúdos que estabelecem conexões entre as habilidades e competências específicas da área de Ciências da Natureza para o Ensino Médio, conforme previsto na BNCC, e os Princípios da Cultura Oceânica. Essa relação se evidencia independentemente das possíveis fragilidades conceituais ou pedagógicas presentes em ambos os documentos. Além disso, o estudo demonstrou que a inserção da temática oceânica na prática pedagógica está alinhada com a BNCC e pode ser implementada pelos educadores, desde que sejam oferecidos incentivos adequados, como apoio da equipe pedagógica, infraestrutura adequada, valorização profissional, oportunidades de formação continuada e disponibilidade de materiais didáticos e paradidáticos.

No caso específico do Documento Curricular do Território Maranhense (DCTM) – Ensino Médio, Volume II (Maranhão, 2022), o documento é composto por 251 páginas, onde a página 94 até 99 foi destinada a exploração das diretrizes voltadas para a área de Ciências da

Natureza e Suas Tecnologias. Ao olharmos para o documento, a análise revela que não há menção explícita à biodiversidade marinha ou à cultura oceânica no componente de Ciências da Natureza e muito menos em outras sessões. Embora o documento alinhe-se à BNCC ao apresentar competências e habilidades voltadas à compreensão dos fenômenos naturais e à sustentabilidade ambiental, a ausência de referências diretas ao ambiente oceânico e às suas múltiplas interações com a sociedade limita a possibilidade de um trabalho pedagógico mais consistente sobre o tema.

Essa lacuna é particularmente significativa no contexto maranhense, considerando que o estado possui extensa faixa costeira e rica biodiversidade marinha, cujo conhecimento é estratégico para a formação cidadã e para a promoção de práticas sustentáveis. Assim, a não inclusão explícita desses conteúdos reforça a necessidade de ações propositivas por parte dos educadores e das políticas públicas, de modo a integrar a temática oceânica aos currículos escolares de forma contextualizada e interdisciplinar.

Diante desse cenário, torna-se essencial compreender como essa realidade se manifesta nos livros didáticos distribuídos pelo PNLD nas redes estaduais, a fim de complementar estudos como os mencionados anteriormente. A análise das relações entre Biodiversidade Marinha e Educação Ambiental nesses materiais é fundamental, considerando a escassez de pesquisas voltadas para essa temática. Além disso, a Unesco (2017) destaca que a ciência oceânica desempenha um papel crucial na compreensão e no monitoramento dos oceanos, permitindo prever seu estado de saúde e embasar a tomada de decisões. Esse conhecimento é indispensável para promover a gestão sustentável dos oceanos, conforme estabelecido na Agenda 2030 das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, especialmente no que se refere ao ODS 14, que visa à conservação e ao uso sustentável dos mares e seus recursos.

4.2 Agenda 2030, Década do Oceano e o ODS 14

Em 1992, durante a Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Eco 92 ou Rio 92, realizada no Rio de Janeiro, o conceito de Desenvolvimento Sustentável foi consolidado. Esse conceito é amplamente definido como a capacidade de atender às necessidades da geração atual sem comprometer os recursos necessários para suprir as demandas das gerações futuras (Scharf, 2004). Para que o desenvolvimento seja considerado sustentável, deve integrar viabilidade econômica, justiça social e respeito ambiental, com a sustentabilidade sendo o processo que conduz a esse objetivo.

Dando continuidade a esse compromisso global, em 2000, os países membros da Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceram os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), com oito metas voltadas para a redução da pobreza, melhoria da saúde e educação, e promoção da sustentabilidade, com prazos até 2015. Apesar de avanços significativos registrados nos relatórios, reconheceu-se a necessidade de renovar e ampliar os esforços para enfrentar desafios globais. A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – Rio-92 trouxe como principal contribuição a oficialização do conceito de “desenvolvimento sustentável”, além do notável documento intitulado “Agenda 21”, que se tornou base dos posteriores discursos da Rio+10 (Sousa; Carmo; Rocha, 2013). Na Rio+20, realizada em 2012, novamente no Rio de Janeiro, o tema do desenvolvimento sustentável foi amplamente discutido, resultando na elaboração dos novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Esses objetivos foram pensados para aprofundar o trabalho iniciado pelos ODM, promovendo a cooperação entre os países e ampliando a abrangência das metas a serem alcançadas (Yoshida, 2021).

Em setembro de 2015, essa visão foi formalizada com a criação da Agenda 2030 para o desenvolvimento Sustentável, durante uma reunião de líderes mundiais na sede da ONU, em Nova York. A Agenda 2030 estabeleceu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas a serem atingidas até 2030, com foco em erradicar a pobreza, proteger o planeta, promover a paz e a prosperidade. Entre os objetivos, destacam-se o 14, voltado à “conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento”, e o 15, que visa “proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e frear a perda de biodiversidade” (Agenda 2030, 2020).

Com base nos pilares Pessoas, Planeta, Prosperidade, Paz e Parcerias, a Agenda 2030 busca integrar as dimensões social, ambiental e econômica em políticas públicas e ações conjuntas, consolidando uma jornada coletiva rumo a um futuro sustentável e garantindo a continuidade do trabalho iniciado nos ODM e reforçado no Rio+20, que visa promover sociedades mais justas, resilientes e equilibradas. Nesse contexto, a Década do Oceano para o Desenvolvimento Sustentável, proclamada em 2017 e programada para ocorrer de 2021 a 2030, surge como uma iniciativa estratégica para apoiar a implementação da Agenda 2030. Ao estabelecer uma interface entre ciência e políticas públicas, essa ação busca fortalecer a gestão dos oceanos, promovendo a sustentabilidade dos ecossistemas marinhos, o uso responsável dos recursos oceânicos e o benefício da humanidade como um todo (Brasil, 2022).

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU), destacam-se como uma abordagem bem-sucedida para a implementação integrada de planos e metas relacionados à agenda ambiental. Essa iniciativa global representa a maior busca para a redução da pobreza, desigualdade, além da promoção dos direitos humanos à proteção do meio ambiente e do clima, tornando-se um instrumento abrangente para impulsionar o crescimento do desenvolvimento sustentável (Menezes; Martins, 2021). A Agenda 2030, aliada aos ODS, é crucial para orientar a atuação da ONU e de seus países membros rumo ao desenvolvimento sustentável. Essa agenda, composta por diversos programas e diretrizes, oferece uma abordagem abrangente para lidar com desafios globais, integrando dimensões econômicas, sociais e ambientais. Ao unificar esforços sob essa agenda, busca-se não apenas enfrentar problemas específicos, mas também promover uma resposta coordenada para questões interconectadas.

Os ODS são constituídos por metas significativas, proporcionando a criação de uma agenda abrangente, cujos planos e ações englobam intervenções em áreas cruciais, como a ação contra as mudanças climáticas (ODS13) e proteção dos oceanos, mares e recursos marinhos (ODS14). Contudo, para garantir o êxito dessas metas, é essencial alinhar as estratégias com a realidade local e garantir a participação ativa da população (Menezes; Minillo, 2017).

De acordo com Comissão Oceanográfica Intergovernamental - COI (2019, p. 7),

A ciência oceânica pode nos ajudar a abordar os impactos da mudança climática, da poluição marinha, da acidificação dos oceanos, da perda de espécies marinhas e da degradação de ambientes marinhos e costeiros. Para alcançar o desenvolvimento sustentável, precisamos de uma ciência de qualidade para influenciar a tomada de decisões e elevar o nível de conhecimento de todos os atores envolvidos.

Diante da necessidade de implementação de um ODS específico para o Oceano, o número 14 - Vida na Água, tem como missão “conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e recursos marinhos” e implementar políticas oceânicas nacionais e globais necessárias para sustentar ecossistemas oceânicos saudáveis (Unesco, 2019), em que desempenha um papel fundamental nesse processo. Ao proporcionar subsídios teóricos e científicos sobre os ecossistemas marinhos, costeiros e oceânicos, essa abordagem pode apoiar a formação de professores em diferentes níveis e modalidades de ensino, ampliando a compreensão e a disseminação do conhecimento sobre a preservação desses ambientes (De Toni *et al.* 2023). Além disso, conforme destacado por Thomson *apud* Unesco (2019, p. 7), a ciência oceânica, aliada ao desenvolvimento de capacidades, desempenha um papel

fundamental não apenas para a concretização do ODS 14, mas também para outros ODS que possuem uma conexão direta com o oceano.

Dessa forma, os ODS, em conjunto com a Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI) e a Educação Ambiental Marinha Crítica (EAMC), configuram uma abordagem abrangente e integrada, reunindo esforços em escala global para enfrentar desafios como a conservação ambiental, a justiça social e a erradicação da pobreza. A relevância desses objetivos vai além de suas metas específicas, pois envolve o engajamento local e global necessário para assegurar a implementação efetiva e duradoura das ações propostas.

Nesse contexto, o campo educacional assume papel estratégico para o cumprimento das metas do ODS 14 e para a consolidação da Década do Oceano. Integrar conteúdos sobre biodiversidade marinha e educação ambiental nos processos de ensino e aprendizagem (especialmente no componente curricular de Ciências da Natureza) possibilita promover uma alfabetização científica que transcende a simples transmissão de conceitos. Tal abordagem estimula nos estudantes a compreensão sistêmica das interações entre sociedade e oceano, favorecendo o desenvolvimento de competências críticas, reflexivas e participativas, alinhadas à formação de cidadãos capazes de atuar diante dos desafios ambientais contemporâneos.

A análise da presença, profundidade e abordagem desses conteúdos nos livros didáticos constitui, portanto, um passo fundamental para compreender como o material escolar pode contribuir para a internalização dos princípios da Agenda 2030 e para a construção de uma cultura oceânica comprometida com a conservação, preservação e o uso sustentável dos ecossistemas marinhos. Nesse sentido, torna-se essencial investigar de que maneira os conteúdos da coleção didática escolhida dialogam com os ODS 13 e 14 e com as diretrizes lançadas pela ONU para a Década do Oceano, visando fortalecer a formação crítica dos estudantes.

A inserção consistente de temas relacionados à biodiversidade marinha e à educação ambiental nos livros de Ciências da Natureza pode, ainda, ampliar a compreensão sobre a importância dos oceanos para a sustentabilidade global. Ao abordar esses tópicos, o material didático não apenas reforça a necessidade de uma gestão consciente dos recursos marinhos, como também estabelece conexão direta com os objetivos da Agenda 2030, estimulando o pensamento crítico e a tomada de decisões responsáveis em relação ao ambiente marinho.

4. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, do tipo documental, baseada nas técnicas de análise de conteúdo (Bardin, 2020), com foco na análise temática. Segundo Ferenhof (2019), a pesquisa qualitativa resulta em uma grande quantidade de dados que precisam ser analisados e convertidos em informações relevantes tanto para o pesquisador quanto para a comunidade. Para isso, é fundamental que o pesquisador defina sua questão de pesquisa e, em seguida, inicie a coleta e a análise dos dados necessários para a construção de sua teoria, utilizando seu conhecimento como base para esse processo. Em consonância com essa perspectiva, Bryman (2015) afirma que a pesquisa qualitativa adota estratégias que, geralmente, priorizam o uso de palavras em vez da quantificação durante a coleta e a análise de dados.

A pesquisa documental, conforme Sá-Silva, Almeida e Guindani (2009), caracteriza-se pela investigação de materiais que ainda não passaram por uma análise aprofundada, ou que podem ser reformulados conforme os objetivos da pesquisa. Esses documentos oferecem uma grande riqueza de informações, especialmente por sua capacidade de enriquecer a compreensão do objeto de estudo dentro de seu contexto histórico e sociocultural, sendo amplamente utilizados em diversas áreas das ciências humanas e sociais. A etapa documental também pode ser crucial para complementar a pesquisa, fornecendo dados adicionais que reforçam a confiabilidade dos resultados obtidos por outras fontes, como indicam Martins e Theophilo (2009).

De acordo com Kripka, Scheller e Bonotto (2015, p. 57), temos que:

[...] a pesquisa documental é aquela em que os dados obtidos são estritamente provenientes de documentos, com o objetivo de extrair informações neles contidas, a fim de compreender um fenômeno; é um procedimento que se utiliza de métodos e técnicas para a apreensão, compreensão e análise de documentos dos mais variados tipos; é caracterizada como documental quando essa for a única abordagem qualitativa, sendo usada como método autônomo.

Além disso, Gil (2008) aponta que a pesquisa documental foca em materiais que ainda não receberam um tratamento analítico, ou que podem ser reelaborados de acordo com os objetos da pesquisa. Como destaca Flick (2009), ao selecionar documentos, o pesquisador deve ir além do conteúdo, levando em conta também o contexto, a utilização e a função dos documentos, visto que eles são fundamentais para entender e interpretar casos específicos, como histórias de vida ou processos históricos.

De acordo com Bardin (2020, p. 33), a análise de conteúdo “não se trata de um instrumento, mas de um leque de apetrechos; ou, com maior rigor, será um único instrumento, mas marcado por uma grande disparidade de formas e adaptável a um campo de aplicação

muito vasto”. Ela é comumente definida apenas como “um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens” (Bardin, 2020, p.11). Porém, a autora reflete que há a necessidade de complementação da definição, pondo em evidência também a finalidade da análise de conteúdo, que envolve a intenção da análise: a inferência. Nesse contexto, Bardin (2020) ressalta que a inferência na análise de conteúdo é o processo de interpretar e tirar conclusões a partir dos dados analisados. Isso significa que, ao examinar textos, discursos ou documentos, o pesquisador não apenas identifica padrões e categorias, mas também faz deduções sobre significados implícitos e possíveis relações com a realidade estudada.

Cardoso, Oliveira e Ghelli (2021) destacam que a Análise de Conteúdo (AC), enquanto método de pesquisa, tem um papel fundamental nas investigações em ciências sociais, pois permite uma análise aprofundada da subjetividade, reconhecendo a ausência de neutralidade entre o pesquisador, o objeto de estudo e o contexto. No entanto, essa característica não compromete sua validade e rigor científico, uma vez que se trata de uma metodologia estruturada, com princípios e regras bem sistematizados. No contexto educacional, estudos com a Análise de Conteúdo (AC) têm passado por avanços metodológicos significativos, com a incorporação de novas técnicas para aprimorar a precisão das análises, como revisado por Melo, Barboza Netto e Lima (2024).

Esse desenvolvimento reforça a necessidade de adaptar a AC a diferentes contextos educacionais, demonstrando sua importância como ferramenta de pesquisa. Prezenszky e Mello (2019) enfatizam sua relevância na construção de revisões críticas da produção científica em educação, destacando as contribuições de Bardin para estabelecer metodologias rigorosas na pesquisa bibliográfica. No campo da educação em ciências, Ferreira e Loguecio (2014) demonstram que a AC se configura como uma estratégia essencial para pesquisas interpretativas, com aplicações em áreas como a formação de professores e o ensino. Esses estudos evidenciam a importância de uma abordagem sistemática e objetiva na análise de comunicações, fortalecendo a produção de conhecimento com base científica sólida.

5.1 A coleção didática escolhida

Os documentos selecionados para a pesquisa foram livros didáticos (LD) de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do ensino médio, identificados por meio do Sistema de Controle de Material Didático (SIMAD). O SIMAD opera sob a gestão do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), que por sua vez, é uma autarquia federal vinculada ao MEC, sendo um sistema essencial para a operacionalização do PNLD, um dos mais importantes

programas do MEC, garantindo a distribuição de livros didáticos para estudantes e professores das escolas públicas de todo o Brasil.

Nesse sentido, durante a pesquisa, os livros foram identificados como pertencentes a uma das coleções mais distribuídas nas escolas estaduais de São Luís – MA no ano letivo de 2024, aprovada pelo PNLD de 2021. A consulta ao SIMAD possibilitou a escolha da coleção sem a necessidade de coleta presencial nas escolas, permitindo o acesso a dados oficiais sobre a distribuição e seleção de obras em diferentes estados e municípios. Os resultados foram examinados utilizando a metodologia da Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2020). Esse método compreende três fases distintas: 1) pré-análise; 2) exploração do material; 3) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

A coleção selecionada para esta análise intitula-se *Multiversos* e é de autoria de Leandro Godoy, Rosana Maria Dell’Agnolo e Wolney C. Melo, publicada pela Editora FTD. Leandro Godoy é licenciado em Ciências Biológicas e mestre em microbiologia, com experiência na educação básica e no desenvolvimento de materiais didáticos. Rosana Maria Dell’Agnolo é bacharel em Ciências com habilitação em Química, mestre em Ensino de Ciências. Já Wolney C. Melo é licenciado em física e doutor em Educação, realiza palestras para estudantes e professores. A Editora FTD, fundada em 1902, é uma das mais tradicionais e reconhecidas do Brasil no segmento educacional, com forte presença no Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) e ampla distribuição de obras didáticas para escolas públicas e privadas em todo o país. Sua trajetória consolidada reforça a relevância da coleção no cenário da educação básica brasileira (Barone, 2008).

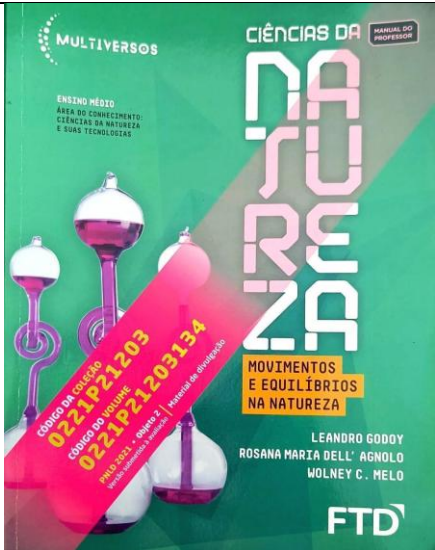
A coleção (disponível no quadro 4) é constituída por seis volumes que englobam: 1. Matéria, Energia e Vida; 2. Movimentos e Equilíbrios na Natureza; 3. Eletricidade na Sociedade e na Vida; 4. Origens; 5. Ciência, Sociedade e Ambiente; 6. Ciência, Tecnologia e Cidadania. A coleção foi publicada em 2020 e aprovada no Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) de 2021. Essa edição marca a primeira implementação das diretrizes estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), homologada em 2018. A BNCC serviu de base para a reformulação do Ensino Médio, dando origem ao modelo conhecido como Novo Ensino Médio (NEM).

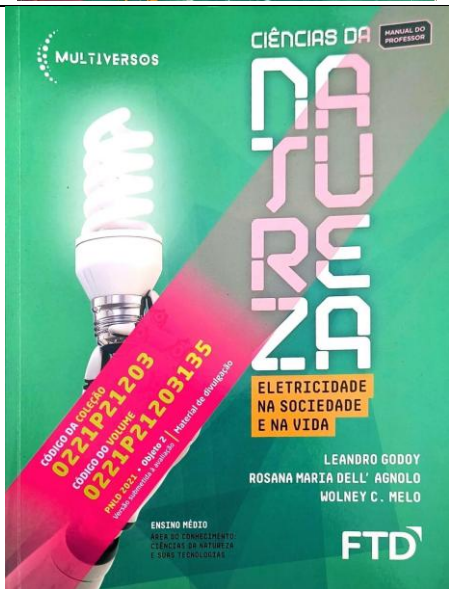
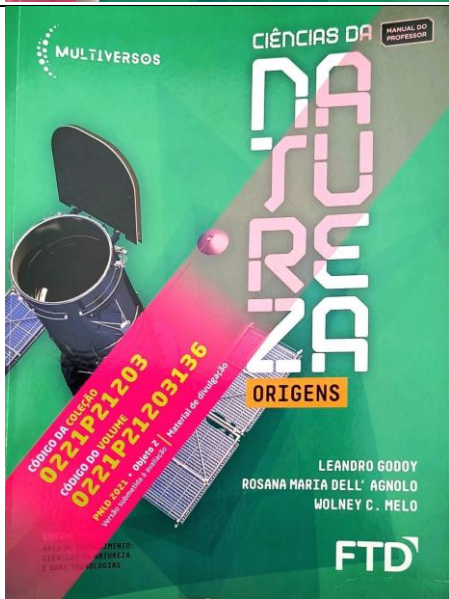
No âmbito das Ciências da Natureza, o NEM propõe uma abordagem integrada das disciplinas de Biologia, Física e Química, com a perspectiva de tentar superar a fragmentação tradicional e promover uma organização curricular por áreas de conhecimento. Essa mudança teve reflexo direto na estrutura do PNLD 2021, influenciando tanto a elaboração quanto a avaliação das coleções didáticas destinadas ao Ensino Médio. Assim, a área passou a ser

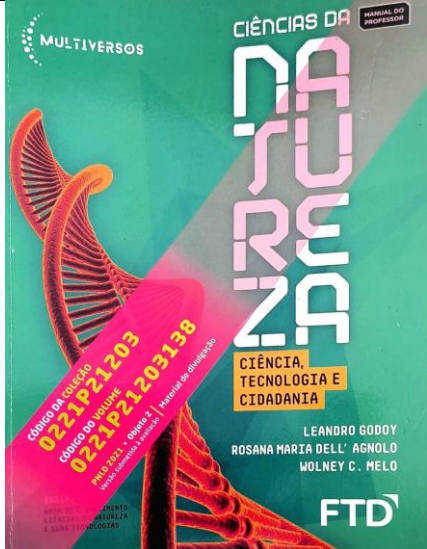
nomeada como "Ciências da Natureza e Suas Tecnologias – Objeto 2". Os livros aprovados nesse ciclo do PNLD têm vigência de até quatro anos nas escolas públicas, podendo, portanto, ser utilizados até o ano de 2025.

Nesse sentido, as regras de exaustividade, representatividade, homogeneidade e pertinência estão presentes nesta análise. A delimitação temporal é justificada pelo enfoque em livros mais recentes que possam abordar a relação entre Biodiversidade Oceânica e Educação Ambiental, tendo em vista a ênfase na década dos oceanos, buscando na coleção as abordagens sobre as temáticas em estudo, principalmente que possam estar vinculados a ODS 13 “Combate às mudanças climáticas” e ODS 14 “Vida debaixo d’água”. O quadro (4) a seguir mostra as unidades da coleção de livros utilizadas na análise.

Quadro 4. Coleção didática e livros escolhidos

Referência	Título da coleção	Capa do volume
2020	Movimentos e Equilíbrios da Natureza	

2020a	Matéria, Energia e a Vida	
2020b	Elettricidade na sociedade e na vida	
2020c	Origens	

2020d	Ciência, Sociedade e Ambiente	
2020e	Ciência, Tecnologia e Cidadania	

Fonte: Autora (2025)

Com base nos documentos escolhidos, houve a necessidade da construção de um quadro para o desenvolvimento com as categorias temáticas, da pesquisa. Ela é fundamental para analisar como a biodiversidade marinha relacionada à educação ambiental pode ser abordada nos livros didáticos, permitindo uma visão crítica sobre a presença e a qualidade das informações disponibilizadas aos estudantes.

4.2 Análise de Conteúdo

Na etapa de **pré-análise** temos a organização propriamente dita, que tem por objetivo tornar operacionais e sistematizar as ideias iniciais, de maneira a conduzir a um esquema preciso do desenvolvimento das operações sucessivas. Nesta etapa, tem-se três missões, em que a primeira é a escolha dos documentos a serem submetidos à análise; a formulação das hipóteses

e dos objetivos; e a elaboração dos indicadores que possam fundamentar a interpretação final. Tal etapa não segue uma ordem cronológica, porém são estreitamente ou inversamente ligadas umas às outras. O objetivo primordial da etapa é organizar o documento. Bardin (2020) organiza sistematicamente em cinco fases (leitura flutuante; escolha dos documentos; formulação das hipóteses e dos objetivos e a preparação do material).

A *a) leitura flutuante* consiste na conexão e contato com os documentos a serem analisados, tendo em vista o conhecimento do texto, tirando impressões e orientações. Nesse contexto, o objetivo é tornar a leitura precisa, constituindo teorias adaptadas sobre o material e possíveis aplicações de técnicas utilizadas sobre materiais análogos, sendo estes aqueles que possuem propriedades ou funções semelhantes, mas podem ter composições diferentes. Outra subetapa da pré-análise se dá pela *b) escolha dos documentos/corpus do documento* - nesse caso, se faz necessário escolher os documentos suscetíveis a fornecer informações sobre o problema levantado, tendo em vista os objetivos determinados pela pesquisa.

A necessidade da constituição do *corpus* (conjunto de documentos a serem submetidos aos procedimentos de análise) implica as regras de: **1. Exaustividade:** necessidade de conter todos os elementos do corpus, ou seja, estabelece que a análise de conteúdo deve abranger todo o material disponível e relevante para o estudo, sem omitir partes significativas; **2. Representatividade:** necessidade de a amostra conter uma parte representativa do universo inicial, ou seja, análise deve ser significativa e suficiente para permitir conclusões confiáveis sobre o conjunto maior do qual foi retirada; **3. Homogeneidade:** os documentos devem ser homogêneos, obedecendo critérios de escolha e não fugir do contexto dos critérios de escolha, ou seja, garantindo que os conteúdos analisados sejam comparáveis e compatíveis dentro do estudo; **4. Pertinência:** os documentos analisados devem ser adequados, correspondendo ao objetivo que se suscita a análise, ou seja, estabelece que a análise deve estar diretamente relacionada aos objetivos da pesquisa. Neste caso, a escolha se deu através da coleção demonstrada anteriormente.

A outra subetapa da pré-análise é a *c) formulação das hipóteses e dos objetivos*, que consiste em elaborar previsões iniciais e delinear os propósitos da pesquisa com base nos dados já coletados. Nesse momento, são identificadas possíveis tendências ou padrões que podem surgir na análise, permitindo a construção de interpretações preliminares. No entanto, essas conclusões iniciais ainda precisam ser verificadas e validadas ao longo do estudo, garantindo que sejam fundamentadas em evidências consistentes. Já a *d) referência dos índices e a elaboração de indicadores* envolve a identificação e organização dos trechos extraídos dos textos analisados. Isso significa que é necessário definir critérios para segmentar o conteúdo

em unidades comparáveis, facilitando sua categorização na análise temática. Além disso, essa etapa estabelece um método de codificação adequado para registrar e interpretar os dados de forma sistemática. E por último, temos a *e) preparação do material*, que se refere à organização formal dos dados que serão analisados. Nesse momento da pesquisa, define-se e estrutura-se o corpus da análise, ou seja, o conjunto de documentos, textos ou outros materiais que servirão de base para o estudo. Essa fase é essencial para garantir que o conteúdo esteja pronto para ser examinado de forma sistemática.

A segunda fase, chamada de **exploração do material**, consiste na definição da *codificação* e das *categorias*. A aplicação da técnica ao conjunto de dados consiste na identificação, chamada de *codificação*, sendo dividida em unidade de registro e unidade de contexto. A codificação corresponde a uma transformação dos dados brutos, utilizando recortes, agregação e enumeração, permitindo atingir uma representação do conteúdo, ou da sua expressão. Segundo Holsti (1969), a codificação é o processo que transforma e organiza sistematicamente o conteúdo em unidades, permitindo uma descrição precisa das características relevantes desse conteúdo. Nesse processo são necessárias três escolhas: a. recorte (escolha das unidades); b. enumeração (escolha das regras da contagem); c. classificação e agregação (escolha das categorias).

Quanto à escolha das unidades, Bardin (2020) ressalta que esta divide-se em unidades de registro (UR) e de contexto (UC). As de registro são unidades de significação a codificar e correspondem ao segmento de conteúdo a considerar como unidade de base, visando a categorização e a contagem da frequência, em que tal unidade pode ser de natureza e dimensões bastante variáveis. Tal registro pode ser executado a nível temático (semântico) ou nível linguístico (palavra ou frase). Para a pesquisa a unidade de registro escolhida foi a análise temática, tendo em vista que ela consiste na descoberta dos núcleos de sentido que compõem a comunicação, já que sua presença/frequência pode significar algo para o objetivo analítico escolhido na pesquisa.

Conforme Da Rosa e Mackedanz (2021), a análise temática (AT) oferece a possibilidade de proporcionar uma descrição mais detalhada e diferenciada sobre um tema específico ou um conjunto de temas dentro da análise de dados. Além disso, envolve a busca por padrões recorrentes de significado a partir de um conjunto de dados, que pode ser originado de entrevistas, grupos focais ou uma série de textos. Quanto à unidade de contexto (UC), serve como unidade de compreensão para codificar a unidade de registro, correspondendo ao segmento da mensagem, cujas dimensões são boas para a compreensão da significação exata da unidade de registro, podendo estas serem palavras e o parágrafo para o tema, e tornando-se

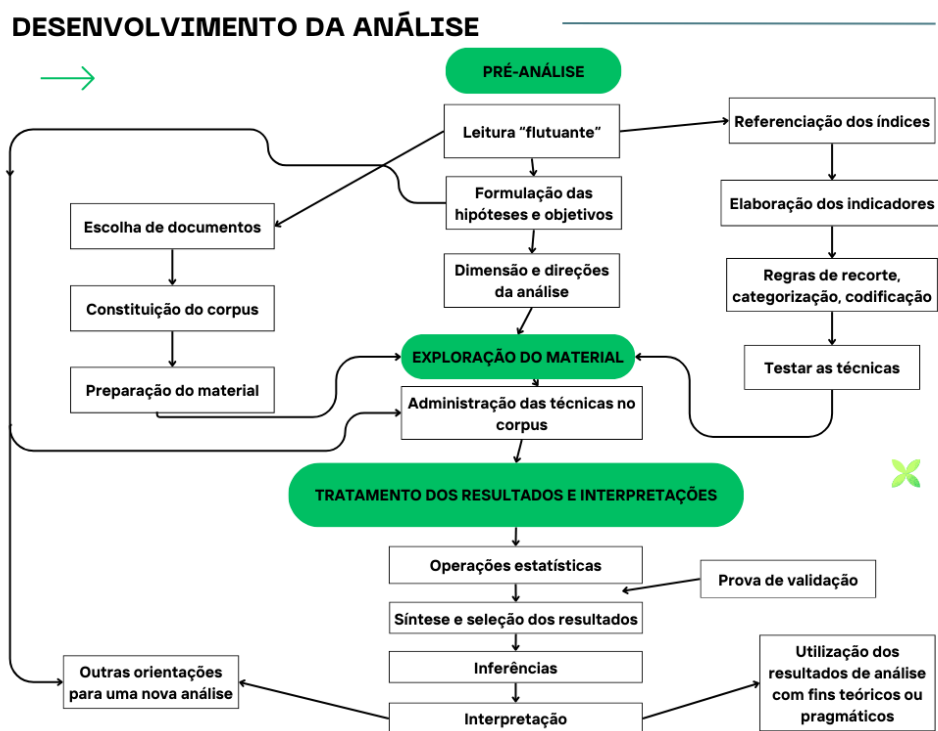
necessário fazer referência ao contexto próximo ou distante da unidade a ser registrada. Ou seja, a referência ao contexto será importante para a análise avaliativa e análise de contingência. Nesta pesquisa, os parágrafos serão considerados mais adequados para a unidade de contexto.

No contexto da *categorização*, sua definição é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação, e em seguida, por reagrupamento. As categorias são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão das características comuns destes elementos. Nesse sentido, classificar tais elementos impõe a investigação do que cada um deles têm em comum uns com os outros. Na categorização temos duas etapas: a. o inventário - isolar os elementos; b. classificação - repartir os elementos, procurando ou impondo uma organização das mensagens. Além disso, para que haja boas categorias se faz necessário possuir as qualidades de: 1. Exclusão mútua: cada elemento não pode existir em mais de uma divisão; 2. Homogeneidade: um único princípio de classificação deve governar a organização; 3. Pertinência: a categoria é pertinente quando está adaptada ao material de análise escolhido; 4. Objetividade/fidelidade: diferentes partes dos materiais devem ser codificados da mesma maneira; 5. Produtividade: conjunto de categorias são produtivas quando fornecem resultados férteis em índices de inferência, hipóteses novas e dados exatos.

A terceira e última etapa é a de **tratamento dos resultados e a interpretação**, que visa organizar e destacar as informações obtidas para análise, explorando o que está subentendido nos documentos selecionados. Trata-se de uma leitura profunda das comunicações, que vai além da leitura superficial, englobando uma seleção cuidadosa e uma análise detalhada dos dados. Nessa fase, os resultados são trabalhados de forma a garantir sua relevância e validade, podendo ser aplicadas estatísticas simples ou complexas para construir quadros, diagramas, figuras e modelos, que ajudam a evidenciar e destacar as informações extraídas da análise.

A seguir mostra-se o fluxograma de desenvolvimento da análise de Bardin:

Figura 2. Fluxograma de desenvolvimento da análise de conteúdo



Fonte: Adaptado de Bardin, p. 128 (2020)

5.3 Organização das categorias temáticas

Para investigar como a temática da biodiversidade marinha e sua relação com a Educação Ambiental é abordada na coleção didática analisada, optou-se por utilizar a análise de conteúdo, conforme proposta metodológica de Bardin (2020). A análise foi conduzida em três fases: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, cada uma envolvendo etapas distintas e inter-relacionadas.

Na pré-análise, houve inicialmente a realização da leitura flutuante dos volumes, com o objetivo de obter uma visão geral dos conteúdos e levantar impressões iniciais acerca das possíveis ocorrências da temática da biodiversidade marinha e educação ambiental. Essa leitura permitiu reconhecer passagens relevantes que, posteriormente, foram delimitadas como unidades de análise. A escolha dos documentos (*corpus*) baseou-se nos critérios de exaustividade, representatividade, homogeneidade e pertinência, garantindo que os materiais selecionados fossem adequados ao problema e aos objetivos da pesquisa, como dito anteriormente, a coleção escolhida se mostra apropriada a tais regras para continuidade da análise. A coleção didática analisada contempla os volumes do componente curricular de Ciências da Natureza do ensino médio, sendo suscetível de oferecer informações relacionadas à temática em foco.

Ainda nessa etapa, foram definidos os objetivos específicos da análise, voltados a compreender se os conteúdos abordam: a biodiversidade marinha de forma ampla; sua conexão com a Educação Ambiental; a presença dos ecossistemas oceânicos; os impactos da poluição marinha; e a vinculação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), neste caso, os ODS 13 e ODS 14. A partir disso, elaboraram-se indicadores temáticos, com base em elementos nos conteúdos identificados: *Conservação Marinha*, *Ecossistemas Oceânicos*, *Poluição Marinha* e *Serviços Ecossistêmicos Marinhos*. Também foi analisada a relação com a Educação Ambiental, com o objetivo de identificar o potencial dos conteúdos em promover uma consciência crítica e incentivar práticas sustentáveis entre os estudantes.

Na fase de exploração do material, os conteúdos dos livros foram submetidos a um processo sistemático de codificação, considerando duas unidades: a unidade de registro (UR), definida como temática, e a unidade de contexto (UC), estabelecida como o parágrafo ou segmento ampliado que fornecesse a base de compreensão para a análise da UR. Essa codificação temática permitiu transformar o conteúdo dos livros em elementos analisáveis, organizados em torno de significados recorrentes associados às categorias propostas. Foram utilizadas técnicas de recorte, enumeração e classificação, permitindo assim a construção de um quadro que sistematiza as ocorrências e facilita a comparação entre os dados.

A etapa de categorização consistiu na organização dos elementos codificados em rubricas temáticas, com base em características comuns. As categorias foram elaboradas segundo os princípios de exclusão mútua, homogeneidade, pertinência, objetividade e produtividade, conforme orienta Bardin (2020). A construção do Quadro 5 possibilitou o agrupamento dos dados em eixos que dialogam com os objetivos da pesquisa e com os referenciais teóricos da Educação Ambiental e das abordagens da biodiversidade marinha. As categorias temáticas foram definidas a posteriori, a partir das evidências emergentes do material analisado.

No entanto, sua formulação foi inspirada nos estudos de Fiuza e Feixo (2022), que investigaram a abordagem da biodiversidade nos documentos da BNCC, PCNEM e PCN+, cujas relações estão detalhadamente representadas nos Quadros 2 e 3 desta dissertação. Adicionalmente, o trabalho de Orozco (2017), ao propor os âmbitos de explicação (biológico-ecológico, evolutivo, conservacionista, cultural, político e econômico) utilizados para a análise da biodiversidade, foi fundamental para a interpretação das categorias desenvolvidas. Apesar de os referidos estudos não se concentrarem especificamente na biodiversidade marinha, suas contribuições foram essenciais para a construção das categorias temáticas apresentadas no Quadro 5, permitindo uma compreensão mais ampla, sistêmica e interdisciplinar do conceito.

Por fim, na fase de tratamento dos resultados e interpretação, os dados foram analisados criticamente à luz da literatura revisada. O quadro construído funcionou como instrumento de síntese e organização dos resultados, permitindo observar padrões, lacunas e potencialidades nos materiais didáticos. Para sustentar a interpretação dos achados, foram utilizados aportes teóricos de bases como Google Acadêmico, CAPES e repositórios institucionais, garantindo embasamento e aprofundamento nas discussões.

Quadro 5. Categorias temáticas para análise dos livros didáticos

Categoria Temática	Nível de organização	Descrição sintética	Relação com a Educação Ambiental
Conservação Marinha	Nível das espécies e ecossistemas marinhos	Foco na conservação da biodiversidade marinha, sua importância para os ecossistemas e a sustentabilidade dos oceanos.	Enfatiza a necessidade da conservação e do uso sustentável dos recursos marinhos.
Ecossistemas Oceânicos	Nível dos ecossistemas marinhos	Tendência de fazer ênfases no nível de organização das espécies e dos ecossistemas desde o atributo de composição, interação entre organismos marinhos e fatores ambientais e equilíbrio ecológico.	Destaca a importância da manutenção dos ecossistemas marinhos e os efeitos da degradação ambiental.
Poluição Marinha	Nível dos ecossistemas e espécies marinhas	Abordagem sobre impactos da poluição nos oceanos, efeitos dos resíduos sólidos e químicos na vida marinha	Relaciona a poluição marinha com hábitos de consumo, descarte de resíduos e impactos socioambientais.
Serviços Ecossistêmicos Marinhos	Nível dos ecossistemas marinhos	Exploração dos recursos fornecidos pelos oceanos, como pesca, regulação climática e turismo, e sua relação com a conservação.	Reflete sobre o equilíbrio entre exploração e preservação, incentivando o desenvolvimento sustentável.

Fonte: Autora (2025)

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta a análise dos materiais didáticos da coleção Multiversos, com os volumes analisados: **1.** Matéria, Energia e Vida; **2.** Movimentos e Equilíbrios na Natureza; **3.** Eletricidade na Sociedade e na Vida; **4.** Origens; **5.** Ciência, Sociedade e Ambiente; **6.** Ciência, Tecnologia e Cidadania. A investigação considerou trechos textuais, atividades e imagens extraídas de capítulos que abordam conteúdos ligados à biodiversidade marinha, de modo a identificar como a biodiversidade marinha e temas correlatos à educação ambiental são tratados nos livros.

A análise foi conduzida com base nas categorias temáticas previamente definidas - Conservação Marinha, Ecossistemas Oceânicos, Poluição Marinha e Serviços Ecossistêmicos Marinhos - e nos âmbitos explicativos adotados - político, cultural, econômico, biológico-ecológico, conservacionista e evolutivo. Além disso, considerou-se o tipo de Educação Ambiental presente nos trechos, classificando-os segundo a tipologia crítica, conservacionista ou pragmática. Além disso, averiguando de que maneiras os conteúdos dialogavam com os ODS, em especial com o ODS 14 (Vida na Água), articulando tais discussões às diretrizes da UNESCO e à Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021–2030) através das inferências emergidas dos materiais analisados.

São apresentados e discutidos os dados referentes aos seis volumes citados anteriormente, exceto o volume 2 intitulado “*Movimentos e equilíbrios na natureza*”. Ao decorrer das unidades do volume, foi abrangida apenas a composição física e química dos movimentos, quantidades da matéria, reações químicas, sistemas do corpo humano e dimensões da saúde física, mental e social. Nesse contexto, durante a análise do livro, os conteúdos encontrados não abrangeram as categorias criadas.

A análise da coleção didática, composta por cinco volumes, resultou na seleção e categorização de um total de 47 trechos que abordam, direta ou indiretamente, a biodiversidade oceânica e a educação ambiental marinha. A distribuição quantitativa desses trechos entre as quatro categorias temáticas e os respectivos volumes da coleção está detalhada na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1. Distribuição dos trechos analisados por volume e categoria temática.

Categoria Temática	Vol. 1 (Matéria, Energia e Vida)	Vol. 2 (Mov. e equilíbrios.)	Vol. 3 (Eletricidade.)	Vol. 4 (Origens.)	Vol. 5 (Ciência, Soc. e Amb.)	Vol. 6 (Ciência, Tec. e Cid.)	Total por Categoria
Poluição Marinha	2	0	2	0	14	3	21

Ecossistemas Oceânicos	2	0	0	3	3	0	8
Serviços Ecossistêmicos	3	0	5	0	0	2	10
Conservação Marinha	1	0	2	2	3	0	8
Total por Volume	8	0	9	5	20	5	47

Fonte: Autora (2025)

Conforme a Tabela 1, a categoria com maior incidência na coleção foi a "Poluição Marinha", com 21 ocorrências (43,7% do total), concentrando-se notavelmente no Volume 5. Em seguida, com distribuições mais equilibradas, aparecem "Serviços Ecossistêmicos" (10 trechos). As categorias em equilíbrio e com a mesma quantidade de trechos foram a de "Ecossistemas Oceânicos" e "Conservação Marinha", com 8 trechos em cada uma.

A distribuição também varia consideravelmente entre os volumes, com o volume "Saúde, Sociedade e Meio Ambiente" concentrando a maior parte das discussões sobre poluição (14 trechos), enquanto o volume "Eletricidade na sociedade e na vida" se destaca na abordagem de serviços ecossistêmicos (5 trechos). Nesse sentido, a partir dos resultados emergidos, o objetivo foi compreender como os conteúdos selecionados dialogavam com a temática da biodiversidade marinha e com os princípios da Educação Ambiental, ainda que indiretamente, observando indícios, ausências e perspectivas trazidas pela coleção didática.

6.1 Poluição Marinha nos livros analisados

6.1.1 Volume Saúde, Sociedade e Meio Ambiente

Na abordagem temática conceituada "Poluição Marinha" foram identificados 14 trechos vinculados ao volume "Saúde, Sociedade e Meio Ambiente". A temática se faz presente em diferentes trechos, sendo abordada de forma implícita e explícita, principalmente em passagens que tratam dos impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado de resíduos.

A Educação Ambiental oferece um campo amplo de possibilidades quando o assunto é a poluição nos ambientes marinhos. No contexto escolar, esse tema pode ser explorado a partir de diferentes tipos de contaminação que afetam os oceanos, contribuindo para a construção de uma consciência crítica sobre os impactos ambientais causados pela ação humana. Entre as principais fontes de poluição marinha, destacam-se o lançamento de águas fluviais já poluídas, o despejo direto de esgoto não tratado, resíduos domésticos e industriais, materiais radioativos,

a ocorrência de chuva ácida e os vazamentos de petróleo e seus derivados. Essas formas de poluição afetam significativamente a biodiversidade e o equilíbrio dos ecossistemas costeiros e oceânicos (Porto, 2000).

Um exemplo é o seguinte trecho:

Um exemplo de mistura de compostos orgânicos é o petróleo, um recurso natural não renovável altamente explorado pelo ser humano. Embora sua importância econômica pareça sobrepor às questões ambientais, atualmente uma conscientização mundial em relação à sustentabilidade vem ganhando força. [...] Isso se deve principalmente à futura escassez desse recurso e às consequências ambientais resultantes de sua utilização, como a contaminação da atmosfera, do solo e do mar, seja a partir de seus subprodutos, ou do próprio petróleo. [...] A partir do conhecimento sobre os compostos orgânicos, é possível desenvolver produtos cada vez mais sustentáveis e criar soluções para possíveis problemas, por exemplo, o derramamento de petróleo que afetou as praias de praticamente todo o nordeste brasileiro em 2019. Neste tema, vamos abordar alguns aspectos dos compostos orgânicos, tendo como ênfase a economia, o ambiente e a saúde (Godoy; Dell'Agnolo; Melo, 2020d, p. 10)

O trecho foi encontrado na Unidade 1 - Química, ambiente e saúde, no Tema 1 - Química ambiental. Os termos-chave utilizados para prosseguimento da análise foram: sustentabilidade, consequências ambientais, mar e praias. Neste trecho, a discussão sobre o petróleo - enquanto recurso natural não renovável - serve como ponto de partida para refletir sobre os impactos da exploração e do uso excessivo desse composto orgânico. A narrativa destaca o conflito entre os interesses econômicos e as consequências ambientais, reconhecendo a crescente conscientização global acerca da sustentabilidade e da necessidade de repensar o uso de recursos como o petróleo.

Ao mencionar explicitamente a contaminação do mar, o trecho se associa à categoria temática da Poluição Marinha. O exemplo do derramamento de petróleo ocorrido nas praias do Nordeste em 2019 é emblemático: um desastre ambiental silencioso, cujas causas e responsabilidades ainda geram debates, mas cujos efeitos sobre a vida marinha e as comunidades costeiras foram profundos e sentidos amplamente. A menção a esse evento torna o conteúdo mais atual e tangível para os estudantes, fortalecendo a ligação entre ciência, sociedade e ambiente.

Conforme apontado por Silva *et al.* (2021), os desastres ambientais envolvendo derramamentos de petróleo no ambiente marinho resultam em diversos prejuízos ambientais e à saúde humana. Dentre os impactos ecológicos, destacam-se o bloqueio dos sistemas de filtração de organismos aquáticos, danos à fotossíntese de plantas marinhas, liberação de gases poluentes e redução da proteção natural dos solos. Na saúde humana, os efeitos incluem riscos cancerígenos, neurológicos, hematológicos e psicossociais, sendo que a via respiratória é a

mais comum de exposição, embora o consumo de água e alimentos contaminados também possa representar um risco, ainda que pouco esclarecido cientificamente (Silva *et al.* 2021).

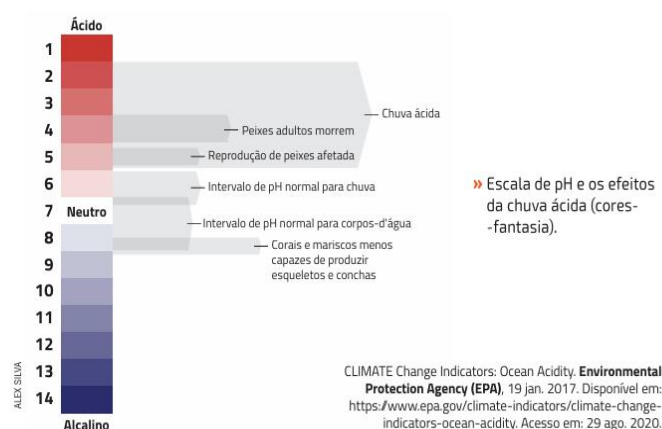
O âmbito de explicação predominante na análise é o econômico, uma vez que o texto contrapõe os interesses mercadológicos e a exploração do petróleo aos impactos ambientais decorrentes dessa atividade. Também são identificáveis elementos do âmbito biológico-ecológico, ao abordar a contaminação ambiental, e do âmbito político, ao fazer alusão, ainda que de forma indireta, a questões relacionadas à responsabilidade, à legislação e à gestão ambiental. A abordagem educacional adotada é de natureza pragmática, pois o conteúdo busca apresentar os problemas associados ao uso do petróleo, ao mesmo tempo em que promove a busca por soluções tecnológicas sustentáveis, como o desenvolvimento de novos produtos baseados no conhecimento de compostos orgânicos. Conforme discutem Layrargues e Lima (2014), essa tendência pragmática reflete um movimento de adaptação ao contexto neoliberal de retração do Estado, o qual influencia diretamente as políticas públicas, incluindo as ambientais. No entanto, observa-se a ausência de uma crítica mais aprofundada às causas estruturais do problema, bem como aos sistemas econômicos que o sustentam, o que limita a abordagem a um viés predominantemente instrumental.

Em continuidade, em outro trecho, temos que:

Os poluentes emitidos na atmosfera, assim como o material particulado liberado, podem provocar diversas consequências ao ambiente e aos seres vivos. [...] A água da chuva é ligeiramente ácida, com pH em torno de 5,6, devido à presença de gás carbônico na atmosfera, que, ao reagir com a água, forma o ácido carbônico (H^2CO^3). [...] Entre as consequências da chuva ácida, estão a acidificação de rios e lagos, que provoca a morte de inúmeros animais e vegetais sensíveis a variações do pH da água, e a acidificação do solo, que prejudica as plantações. Aos seres humanos, pode provocar irritações e problemas nas vias respiratórias (Godoy; Dell'Agnolo; Melo, 2020d, p. 14-15)

O trecho acompanha a imagem:

Figura 3. Escala de pH e os efeitos da chuva ácida.



Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo, 2020d, p. 15)

Nesse caso, o conteúdo demonstra quais efeitos os contaminantes atmosféricos podem ter sobre ambientes aquáticos e, por extensão, sobre os ecossistemas marinhos. O âmbito de explicação predominante foi o biológico-ecológico, pois se discute como organismos vivos são afetados pelas alterações químicas no meio. Também há elementos do econômico, com a menção aos prejuízos à agricultura, e do cultural, ao tocar nos impactos sobre a saúde humana.

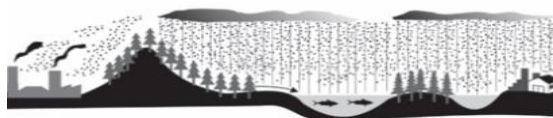
O trecho apresentado se insere numa abordagem conservacionista da EA, na medida em que se preocupa em descrever os impactos ambientais e à saúde provocados pela chuva ácida, como a acidificação de rios, lagos e solos, e os efeitos respiratórios nos seres humanos. No entanto, essa explicação, embora relevante, permanece restrita a uma dimensão técnica e descritiva. De acordo com Da Costa Lima (2005) esse tipo de EA compactua com as intenções políticas e econômicas, uma vez que não problematiza tais questões e também não coloca em xeque a ordem estabelecida.,

Nesse sentido, não há uma problematização mais profunda das causas estruturais do problema, como o modelo de desenvolvimento industrial, as políticas públicas ambientais ou os padrões de consumo energético, tampouco uma tentativa de envolver o leitor em possíveis caminhos de transformação. A ausência de uma proposta pedagógica mais crítica e participativa limita a potência formativa do conteúdo, que poderia ir além da exposição dos danos e instigar nos estudantes uma consciência engajada e reflexiva sobre os desafios socioambientais contemporâneos.

Outro trecho retirado do livro que remete a chuva ácida se encontra na seção de atividades, sendo este:

Figura 4. Atividade sobre chuva ácida

6. (Enem/MEC) Uma região industrial lança ao ar gases como o dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio, causadores da chuva ácida. A figura mostra a dispersão desses gases poluentes.



Considerando o ciclo da água e a dispersão dos gases, analise as seguintes possibilidades:

- I. As águas de escoamento superficial e de precipitação que atingem o manancial poderiam causar aumento de acidez da água do manancial e provocar a morte de peixes.
- II. A precipitação na região rural poderia causar aumento de acidez do solo e exigir procedimentos corretivos, como a calagem.
- III. A precipitação na região rural, embora ácida, não afetaria o ecossistema, pois a transpiração dos vegetais neutralizaria o excesso de ácido.

Dessas possibilidades:

- a) pode ocorrer apenas a I.
- b) pode ocorrer apenas a II.
- c) podem ocorrer tanto a I quanto a II. *Alternativa c.*
- d) podem ocorrer tanto a I quanto a III.
- e) podem ocorrer tanto a II quanto a III.

Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo, 2020d, p. 54)

A questão do ENEM, ao ilustrar a formação da chuva ácida a partir da poluição industrial, aborda um processo cujos impactos transcendem os ecossistemas terrestres. Os poluentes, como os óxidos de enxofre e nitrogênio, reagem na atmosfera para formar ácidos que são transportados para os oceanos, causando acidificação e comprometendo a vida marinha (Maia, 2018). Essa conexão demonstra a interdependência dos ecossistemas, onde a poluição atmosférica, impulsionada por emissões de veículos e indústrias (Lins *et al.* 2021), torna-se um grave problema oceânico.

Contudo, a abordagem pedagógica da questão limita-se a uma EA pragmática, em vez de crítica. Seu foco está na aplicação do conhecimento científico (a compreensão do fenômeno), sem aprofundar as causas socioeconômicas e políticas que o sustentam, como os padrões de industrialização, o consumo e a ausência de políticas públicas eficazes. Embora a questão não estimule, por si só, uma reflexão transformadora, ela possui o potencial de ser ressignificada em sala de aula. Se utilizada para debater justiça ambiental e responsabilidade coletiva, pode se tornar uma ferramenta para uma análise crítica mais profunda do problema.

Em continuidade, temos a imagem:

Figura 5. Linha de pesca



Fonte: Godoy; Dell’Agnolo; Melo, 2020d, p. 43)

A imagem apresenta um momento de interação entre um homem idoso e uma criança durante uma atividade de pesca, destacando o uso do náilon em linhas de pesca. A ilustração é acompanhada da fórmula química do náilon-6,6, enfatizando suas propriedades técnicas, como a resistência ao desgaste e ao tracionamento, características que justificam seu uso prático em contextos cotidianos.

Embora a imagem possua um caráter educativo, a abordagem nela empregada evidencia uma perspectiva nitidamente pragmatista, pois valoriza o conhecimento técnico-científico relacionado à aplicação prática do náilon, sem considerar suas consequências ambientais. O foco está voltado para os benefícios funcionais do material, como sua resistência e utilidade na pesca, negligenciando os impactos negativos decorrentes do seu descarte inadequado, sobretudo em ambientes marinhos e costeiros. Linhas de pesca produzidas com náilon, quando abandonadas ou perdidas no mar, contribuem significativamente para a poluição marinha, representando sérios riscos ao ambiente aquático.

Tais resíduos podem provocar emaranhamento, ferimentos ou serem ingeridos acidentalmente por animais marinhos, o que pode levar à morte por asfixia, desnutrição ou ferimentos internos. De acordo com Barcelos (2016), esse fenômeno é conhecido como "pesca fantasma", constituindo um problema ambiental de grande escala, afetando especialmente mamíferos marinhos, tartarugas, aves oceânicas e peixes pelágicos. Muitos desses animais acabam morrendo ao ficarem presos em restos de redes ou linhas, enquanto outros sofrem deformidades que comprometem sua sobrevivência, reproduzindo um padrão semelhante ao causado por outros resíduos plásticos descartados no oceano.

A ausência de uma problematização ambiental mais profunda elencada à imagem, revela uma limitação da abordagem pragmática, ao não considerar as consequências ecológicas do uso e descarte de materiais como o náilon, evidenciando uma oportunidade educativa desperdiçada, na medida em que o livro poderia articular o conteúdo científico com discussões mais amplas sobre sustentabilidade, consumo consciente e descarte responsável - aspectos centrais da EA Crítica.

Uma questão retirada da seção de atividades, evidencia a qualidade da água do mar, como mostrado a seguir:

Figura 6. Atividade sobre a qualidade da água do mar.

- 12.** (UFPR) Os boletins de qualidade da água do mar emitidos pelo Instituto Ambiental do Paraná indicam que a quantidade de matéria orgânica aumenta consideravelmente durante a temporada de verão, o que contribui para diminuir a qualidade da água. Isso ocorre em função do aumento do número de pessoas no litoral nessa época. Alguns dos produtos orgânicos mais utilizados pelo ser humano, e que colaboram sensivelmente para o aumento da poluição da água de rios e do mar, são os sabões e detergentes. Esses produtos químicos podem ser obtidos por meio das reações de saponificação e sulfonação, respectivamente. **Alternativa c**
- Sobre as estruturas e transformações que envolvem sabões e detergentes, assinale a alternativa correta.
- a) Óleos e gorduras animais e vegetais são pobres em triésteres de ácidos graxos e glicerol.
 - b) Na reação de saponificação, é necessário ter um ácido como reagente e glicerol como produto.
 - c) Na formação das micelas em água, o ânion do sabão tem sua porção apolar direcionada para a parte de dentro.
 - d) Na reação de saponificação, o sal de ácido carboxílico é obtido pela reação de um ácido carboxílico com hidróxido de sódio.
 - e) Tanto sabões quanto detergentes possuem uma porção apolar e uma cabeça polar positiva.

Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo, 2020d, p. 55)

A problemática mostrada pela questão envolve a poluição hídrica, relacionada ao uso crescente de sabões e detergentes durante a alta temporada de verão, quando há aumento da presença humana no litoral. Esses produtos, amplamente utilizados em atividades domésticas e de higiene, são apontados como agentes significativos da degradação da qualidade da água, especialmente em rios e mares, por conterem substâncias químicas obtidas por meio das reações de saponificação e sulfonação. Oliveira *et al.* (2010) relata que o esgoto doméstico, em especial, representa uma grave ameaça aos ambientes marinhos, pois pode causar a morte de diferentes espécies aquáticas, prejudicar a qualidade da água e gerar odores desagradáveis, além de comprometer o potencial turístico das regiões costeiras. A ausência de infraestrutura

de saneamento básico é uma das principais razões para a poluição dos mares por esgoto, pois permite que resíduos das residências e indústrias cheguem aos rios e, conseqüentemente, ao mar. Essa contaminação afeta a balneabilidade das praias e coloca em risco tanto os ecossistemas aquáticos quanto a saúde da população que frequenta essas áreas.

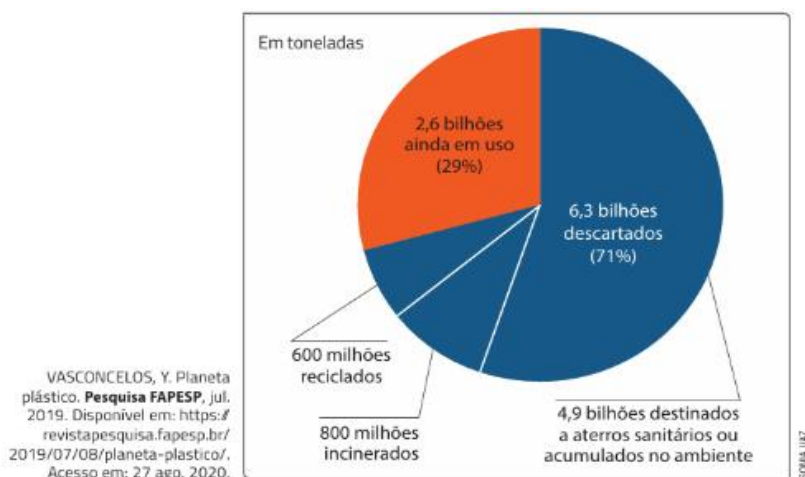
Além disso, a menção à formação de micelas e à estrutura anfifílica dos detergentes - composta por uma parte hidrofílica (afinidade com a água) e outra hidrofóbica (repulsa à água) - evidencia seu comportamento nos ambientes aquáticos, o que pode dificultar a oxigenação da água e afetar organismos vivos. O excesso desses compostos nos ecossistemas marinhos compromete a biodiversidade, interfere no equilíbrio ecológico e pode levar à morte de espécies sensíveis à alteração da composição química da água (De Oliveira *et al.* 2021).

Outro agravante é o lixo plástico, que pode ser transportado por esgotos, córregos e rios desde o interior dos continentes ou ter origem diretamente nas áreas costeiras. Os resíduos plásticos constituem uma ameaça concreta à fauna marinha, uma vez que muitas espécies ingerem esses materiais ou ficam presos a eles. Animais como tartarugas, focas e peixes sofrem os impactos desse tipo de poluição, o que também afeta os seres humanos indiretamente, considerando a cadeia alimentar (Zanella, 2013).

O seguinte trecho, retirado da seção ‘falando de... Plástico Biodegradável’, é acompanhado de gráfico e atividades, que revelam a problemática de tais resíduos no ambiente:

Após o descarte correto, os resíduos podem ser reciclados, incinerados ou destinados a aterros sanitários (locais em que os resíduos domésticos são destinados para serem decompostos). Entretanto, quando o descarte não é adequado, o plástico acaba se acumulando na natureza, o que pode contribuir para a disseminação de agentes causadores e transmissores de doenças, além da morte de diversos seres vivos que podem ingerir produtos plásticos, confundindo-os com alimentos. Até que sua decomposição seja completa, os resíduos plásticos podem permanecer no ambiente entre 50 a 500 anos, dependendo do tipo e tamanho do plástico (Godoy; Dell’Agnolo; Melo, 2020d, p. 56)

Figura 7. Destino da produção mundial de plástico em toneladas entre os anos de 1950 e 2017



Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020d, p. 56)

Figura 8. Atividade sobre plásticos

Atividades
As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.
 Não escreva no livro

1. Onde se encontra a maioria dos plásticos produzidos?
2. Considerando a quantidade de plástico que foi descartada entre 1950 e 2017, calcule o percentual de resíduos plásticos que foi reciclado, que foi incinerado e que foi destinado aos aterros e ou ao ambiente.
3. Quais as vantagens e as desvantagens associadas ao plástico biodegradável?
4. Enquanto o plástico biodegradável não é uma realidade para os produtos plásticos que consumimos em nosso dia a dia, existem algumas atitudes que podemos adotar para contribuir com a redução da produção de resíduos plásticos. Forme um grupo com seus colegas e proponham atitudes e ações que vocês podem adotar na escola, de modo a reduzi-la. Confeccionem panfletos digitais a respeito do assunto e os compartilhem nas redes sociais da escola, de modo a conscientizar a comunidade escolar.

UNIDADE 1 • Química, ambiente e saúde
 57

Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020d, p. 56)

Ainda que o texto não mencione explicitamente os oceanos, a problemática apresentada está intimamente relacionada ao contexto marinho, uma vez que grande parte dos resíduos descartados incorretamente em ambientes terrestres acaba sendo transportada por cursos d'água até os ambientes marinhos. Os plásticos são reconhecidos como uma das mais preocupantes fontes de poluição dos mares e oceanos (Poli *et al.*, 2015), além disso, a ingestão de plásticos por animais, destacada no trecho, é uma das manifestações mais graves da contaminação marinha, afetando espécies como aves costeiras, tartarugas, mamíferos marinhos e peixes - o que reforça o caráter sistêmico do problema ambiental. O acúmulo de plásticos nos oceanos representa um sério risco à sobrevivência de inúmeras espécies e à integridade dos ecossistemas marinhos.

O trecho apresenta uma abordagem voltada para os procedimentos técnicos de gestão de resíduos sólidos, com destaque para o descarte adequado e os possíveis impactos do descarte incorreto, especialmente em relação ao plástico. A ênfase na responsabilização individual e nas ações corretivas, como a reciclagem e o uso de aterros sanitários, caracteriza a presença de uma EA de vertente pragmática, voltada para a modificação de comportamentos cotidianos e para a adoção de práticas consideradas ambientalmente corretas.

Quando analisamos o fragmento retirado com o gráfico de dados sobre as toneladas de plásticos no ambiente, se materializa numericamente a dimensão do problema ambiental mencionado, oferecendo subsídios para reflexões mais profundas sobre a necessidade de políticas de gestão de resíduos sólidos. A seção de atividades voltadas aos estudantes convida à análise crítica dos dados e à proposição de atitudes que reduzam a produção e o descarte de plásticos, como a formação de grupos para produção de panfletos informativos. Nota-se que essa atividade está diretamente relacionada à EA de orientação pragmática, pois propõe ações concretas, cotidianas e possíveis para os alunos, relacionadas à gestão de resíduos.

Em geral, embora não haja uma discussão profunda sobre os aspectos políticos ou socioeconômicos envolvidos na produção e descarte de plásticos (o que limita quanto à identificação de uma abordagem crítica), a presença da sugestão de ação junto à comunidade escolar e a inserção de dados científicos já indicam um movimento importante no sentido de formação de sujeitos mais conscientes e participativos no processo de ensino de aprendizagem.

Dando continuidade à análise sobre os impactos dos resíduos plásticos nos mares e oceanos, observamos o trecho:

Mais **plásticos no mar** do que **peixes** até 2050. Este é o alerta de um estudo feito em 2016 que chama atenção para o fato de que, caso o consumo e o descarte de plásticos continuem nos padrões atuais, em 2050 haverá uma tonelada de plástico para uma de peixe. Em 2014 era uma tonelada de plástico para cada cinco de peixe. Um dos maiores problemas da **poluição dos oceanos** por plástico é a contaminação da cadeia alimentar. Diversos animais confundem plásticos com alimentos, ou simplesmente ficam presos nos resíduos, situações que podem levar a grande sofrimento e morte. Além disso, um estudo revelou que 90% do **sal marinho** consumido no mundo contém **microplásticos**, pedaços de plástico menores que 5 mm. Diante deste cenário, os canudos plásticos ganharam destaque. Há alguns anos, governos de diversos estados e municípios brasileiros têm promulgado leis que impedem a fabricação e a comercialização dos canudos de plástico. Estes podem ser substituídos por canudos biodegradáveis, feitos de papel ou palha, canudos comestíveis, ou canudos reutilizáveis de alumínio, vidro ou bambu, entre outros materiais. Um dos principais motivos para estas medidas é a maneira como os canudos são utilizados, eles têm uso único, ou seja, são usados uma vez e depois descartados, e nem sempre no local correto. Outro motivo é que, por ser um objeto de uso cotidiano, oportuniza diálogos que podem levar a conscientização das pessoas para a importância de se adotar atitudes sustentáveis para proteção do ambiente, assuntos que serão debatidos nesta Unidade. Afinal, é uma boa oportunidade de conversar com uma pessoa sobre a importância da proteção ambiental quando ela pede ao garçom um canudo, e este responde: “Não temos!” (Godoy; Dell’Agnolo; Melo, 2020d, p. 126).

O trecho está vinculado à seguinte atividade:

Figura 9. Atividade relacionada aos plásticos no ambiente

1. Sua cidade possui uma lei que proíbe a utilização de canudos plásticos? Se necessário, faça uma pesquisa.
2. Além dos canudos plásticos, cite outros objetos plásticos descartáveis de uso cotidiano que poderiam ser substituídos por versões menos prejudiciais ao ambiente.
3. O que são ações sustentáveis? Você as pratica?

Fonte: Godoy; Dell’Agnolo; Melo (2020d, p. 126)

Imagem vinculada ao contexto apresentado:

Figura 10. Imagem relacionada aos plásticos no ambiente



Fonte: Godoy; Dell’Agnolo; Melo (2020d, p. 127)

Há o reforço da gravidade da poluição plástica ao alertar que, mantidos os padrões atuais de consumo e descarte, haverá uma tonelada de plástico para cada tonelada de peixe até 2050. O destaque dado aos microplásticos também contribui para aprofundar a compreensão sobre a gravidade da poluição marinha, pois esses fragmentos, com menos de 5 milímetros, são capazes de interferir em processos biológicos de diferentes espécies e alcançar até mesmo os seres humanos, por meio da alimentação. Segundo Barcelos (2016), os microplásticos são partículas originadas da degradação de plásticos maiores ou produzidas intencionalmente para uso industrial e cosmético - como microesferas em esfoliantes ou pastas de dente -, e atuam de forma semelhante às partículas maiores ao se acumularem no ambiente e na biota marinha.

Ademais, por se tratarem de partículas de pequenas dimensões, os microplásticos são facilmente ingeridos por diversos organismos marinhos, podendo penetrar pelas guelras dos peixes ou ser capturados por filtradores, como baleias e mexilhões. A ingestão direta desses resíduos, bem como sua bioacumulação ao longo das cadeias alimentares, representa uma preocupação crescente (Rocha, 2016). Como destacam Fagundes e Missio (2019), esses fragmentos não são metabolizados nem degradados no ambiente, o que favorece sua absorção e retenção nos organismos. Ao se acumularem nos diferentes níveis tróficos, os microplásticos podem alcançar concentrações tóxicas, especialmente em espécies que ocupam os níveis superiores das redes alimentares - incluindo o ser humano. A menção direta à contaminação da cadeia alimentar marinha e à presença de microplásticos em produtos de consumo humano, como o sal marinho, evidencia uma ameaça ampla, que afeta tanto os ecossistemas aquáticos quanto a saúde humana.

Corroborando com esse cenário alarmante, Rodríguez (2021) aponta que entre 1,15 e 2,41 milhões de toneladas de plásticos são despejados anualmente nos oceanos por meio dos sistemas fluviais. Tais resíduos, presentes em diferentes formas e tamanhos, já foram detectados em todas as regiões oceânicas, conforme Eriksen *et al.* (2014). Nesse contexto, o trecho “Mais plásticos no mar do que peixes até 2050” propõe um importante ponto de partida para o desenvolvimento de atividades educativas, ao incentivar a reflexão crítica sobre o uso de plásticos descartáveis, com destaque para os canudos plásticos. Enquanto o texto oferece dados alarmantes sobre a intensificação da poluição marinha, os riscos à cadeia alimentar e à saúde humana, a atividade didática busca aproximar esses temas da realidade dos estudantes, promovendo uma conscientização ambiental baseada em seu cotidiano.

A proposta pedagógica, portanto, estabelece uma articulação entre o conhecimento científico, a legislação ambiental e o engajamento pessoal. A primeira questão convida os estudantes a pesquisarem sobre leis locais, promovendo uma aproximação com as políticas públicas e sinalizando uma abordagem de EA crítica e pragmática. A segunda questão amplia o debate ao incentivar a reflexão sobre o consumo consciente de outros itens plásticos, reforçando a dimensão conservacionista. Por fim, a terceira questão promove a autoavaliação quanto a práticas sustentáveis, favorecendo o protagonismo juvenil e estimulando o senso de responsabilidade individual.

A crescente presença de resíduos plásticos nos ambientes marinhos compromete profundamente a integridade dos ecossistemas oceânicos e ameaça a sobrevivência de inúmeras espécies marinhas. A discussão trazida sobre a poluição marinha por plásticos e microplásticos articula-se diretamente com os objetivos da ODS 14 (Vida na Água), apesar de não

mentionado, que visa conservar e utilizar de forma sustentável os oceanos, os mares e os recursos marinhos. De acordo com a Unesco (2020), fomentar a transformação na maneira como pensamos e agimos frente a essa temática, envolve mudanças de atividades, valores e criação de novas habilidades no que tange ao oceano. Nesse sentido, os sistemas educacionais necessitam responder a essa necessidade urgente, com a definição de objetivos e conteúdos de aprendizagens relevantes, cooperando na introdução de pedagogias oceânicas que visem à formação dos alunos.

Desse modo, a atividade proposta pode contribuir para a constituição de uma consciência crítica e participativa nos estudantes, ao estimular reflexões sobre consumo, legislação e responsabilidade ambiental. Também pode consolidar os conteúdos apresentados no trecho narrativo, promovendo uma integração entre informação científica, legislação e ação transformadora, em conformidade com as diretrizes da Educação Ambiental como prática crítica e integradora (Brasil, 1999; Sauvé, 2005). Essa abordagem se alia aos princípios da Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021–2030), proclamada pela ONU, que enfatiza a importância da educa  o e do conhecimento científico como ferramentas fundamentais para a promo  o da saúde oceânica. Ao integrar conteúdos científicos, políticas públicas e práticas sustentáveis, a proposta educativa fortalece o compromisso com a promo  o de sociedades mais justas, informadas e ambientalmente responsáveis, capazes de agir frente aos desafios que ameaçam os mares e oceanos.

Quando falamos de desastres ambientais,    necessário lembrar das inúmeras problemáticas envolvidas. Eles causam impactos profundos nos ecossistemas, muitas vezes resultando em altera  es tão severas que tornam inviável a permanência da fauna, da flora e até mesmo da popula  o humana, principalmente devido à contamina  o por substâncias tóxicas deixadas no ambiente (Graciano, 2019). Tanto no Brasil quanto em diversos países, acumulam-se bilhões de toneladas de rejeitos provenientes de atividades industriais e mineradoras. Esses resíduos representam um perigo crescente, principalmente em razão da fragilidade na gestão dessas estruturas, marcada pela ausência de monitoramento sistemático e pelos elevados custos envolvidos em sua manuten  o (Guerra *et al.* 2017; Aires *et al.* 2018).

Um caso memorável foi o rompimento da barragem da mineradora Samarco, ocorrido em novembro de 2015, na cidade de Mariana (MG), que despejou uma enorme quantidade de rejeitos de minera  o, contaminando cursos d’água ao longo de seu percurso e provocando danos socioambientais significativos.

No dia 5 de novembro de 2015, ocorreu o maior **desastre ambiental** da história do Brasil, no qual a **barragem** de Fundão, localizada em Mariana (MG), rompeu e

Diversas atividades humanas, como a agricultura, a pecuária, a mineração, a geração de energia elétrica, os processos industriais, entre outras, trazem diversos benefícios econômicos e sociais. Além de contribuírem com a geração de empregos, essas atividades são importantes para a obtenção de matérias-primas utilizadas em outros setores, ou de alimentos, de origem vegetal e de origem animal. Contudo, essas atividades provocam diversos **impactos ambientais**, que prejudicam ou dificultam a **sobrevivência dos seres vivos nos ecossistemas**, interferindo em suas relações com o ambiente e com outros organismos. Por conseguinte, elas têm ocasionado uma redução na biodiversidade. Neste Tema, estudaremos os principais impactos ambientais decorrentes de atividades humanas (Godoy; Dell’Agnolo; Melo, 2020d, p. 137).

Pesquisas como a de Rocha e Baltazar (2024), Milanés e Souza (2025) relatam como a mineração está ligada a produção desastres ambientais, ao mesmo tempo que gera injustiças ambientais devido aos seus impactos negativos ao meio ambiente, tendo em vista que produzem grandes quantidades de rejeitos e resíduos tóxicos, além do aumento do risco de acidentes ambientais, como o rompimento de barragens.

As informações apresentadas nos trechos e nas imagens evidenciam que o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, configurou-se como um desastre ambiental de grandes proporções, com impactos profundos sobre os ecossistemas terrestres e aquáticos, além de causar sérias consequências sociais. Conforme dados do Ibama (2022), aproximadamente 45 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração de ferro foram despejados e arrastados pelas águas do Rio Doce até o Oceano Atlântico. Esse fluxo contaminado ocasionou a morte de cerca de 14 toneladas de macrofauna aquática, principalmente peixes, por asfixia, segundo Jankowsky *et al.* (2021). Os danos à biodiversidade foram extensos, agravados pela poluição das águas fluviais e marinhas, comprometendo o abastecimento de água potável em diversas comunidades localizadas ao longo do percurso do Rio Doce (Bandini *et al.* 2019).

Augustinho e Freitas (2024) apontam que, mesmo antes do rompimento da barragem de Fundão, uma problemática envolvia a atividade pesqueira na região, que já enfrentava pressões associadas ao crescimento econômico e à presença de indústrias. Com o desastre, esses problemas se agravaram significativamente, ocasionando sérios impactos ambientais, como a mortandade de fauna aquática e a contaminação das águas do rio. Como consequência, muitos pescadores precisaram abandonar sua principal fonte de sustento, dada a escassez de peixes e o comprometimento da sustentabilidade da pesca local. Houve também uma redução na diversidade de espécies capturadas, evidenciando desequilíbrios ecológicos gerados pela tragédia. A possível presença de contaminantes nos produtos da pesca passou a representar riscos não apenas à saúde da população, mas também à economia da região.

Nesse contexto, a análise dos trechos evidencia a interdependência entre dimensões ecológicas, sociais e econômicas, ressaltando a relevância da responsabilidade ambiental e da fiscalização rigorosa de atividades potencialmente impactantes, como a mineração - elementos que dialogam com os fundamentos da EA crítica. Essa perspectiva caracteriza-se por uma abordagem contextualizada e problematizadora do modelo de desenvolvimento vigente e das lógicas de acumulação de capital, conforme discutido por Layrargues (2012). Além disso, compreende a educação como um processo formativo integral do ser humano, que abrange tanto a dimensão individual quanto a coletiva, promovendo uma consciência de pertencimento ao meio ambiente. Trata-se, portanto, de uma ação política e social voltada à transformação da realidade, como ressaltam Coelho *et al.* (2021).

Os trechos tecem uma crítica implícita à negligência das políticas públicas de controle ambiental, à ausência de fiscalização eficaz por parte do Estado e à atuação irresponsável de grandes corporações. O fato de o Brasil estar entre os países mais afetados por desastres ambientais realça a leitura de que há uma falha nas estruturas de governança ambiental e na priorização da vida e dos ecossistemas sobre interesses econômicos, fatos estes que precisam ser aprofundados junto aos estudantes.

A ausência de uma abordagem sistêmica também pode ser observada em trechos que tratam da gestão de resíduos sólidos. Um exemplo disso é o seguinte excerto, que descreve os principais tipos de resíduos gerados por diferentes setores da sociedade e os impactos decorrentes do descarte inadequado, especialmente em ambientes aquáticos.

Os resíduos são materiais e objetos descartados por atividades humanas. Eles podem ter diferentes origens, por exemplo, residências (resíduos domésticos), atividades comerciais, como supermercados, bancos e lojas (resíduos comerciais), processos industriais (resíduos industriais) e serviços de saúde, como laboratórios, hospitais e clínicas (resíduos hospitalares). [...] De modo geral, os resíduos domésticos e comerciais são compostos por restos de alimentos, embalagens e objetos descartáveis de plástico, papéis, produtos eletroeletrônicos, entre outros. Os resíduos industriais, por sua vez, são constituídos por diversos materiais, os quais podem conter produtos químicos em sua composição que podem ser tóxicos aos seres vivos. Os resíduos hospitalares, por fim, podem apresentar materiais utilizados em procedimentos médicos, como agulhas, seringas e curativos. Os resíduos hospitalares podem estar contaminados por material biológico, como vírus e bactérias, por exemplo, e podem conter substâncias químicas perigosas para o meio ambiente e para a saúde das pessoas. [...] Os resíduos podem provocar impactos ambientais quando descartados ou destinados de modo inadequado. Nesse caso, eles podem se acumular em ambientes terrestres, favorecendo a proliferação de organismos causadores e/ou transmissores de doenças. Em ambientes aquáticos, os resíduos podem provocar a eutrofização ou ocasionar a morte de diversos seres vivos que os ingerem, ao confundi-los com alimento. Os resíduos também podem contaminar o solo e a água, caso sejam constituídos por elementos tóxicos, e contaminar, por consequência, os seres vivos. [...] Também é importante separar pilhas, baterias e produtos eletroeletrônicos, como computadores, celulares, televisões e seus componentes, como carregadores, cabos e antenas, por serem constituídas por elementos tóxicos aos seres vivos. Após a

separação, esses materiais devem ser destinados ao fabricante ou a empresas especializadas em sua coleta, os quais irão se responsabilizar pela destinação adequada. [...] Grande parte dos resíduos industriais precisam ser devidamente tratados antes do descarte, de modo a evitar a contaminação do ambiente. Em alguns casos, como os resíduos radioativos produzidos por usinas termonucleares, eles não chegam a ser descartados. Eles são mantidos em um local isolado e protegido dentro da própria usina, de modo a evitar a contaminação do ambiente por radiação. [...] Os resíduos hospitalares devem ter destinação especial. De modo geral, aqueles que apresentam risco de contaminação por microrganismos são separados e incinerados. Outros resíduos, como produtos químicos, são entregues aos fabricantes, que se responsabilizarão pela destinação adequada. Além da destinação adequada, é importante que as pessoas tenham consciência no momento do consumo, evitando a geração exacerbada de resíduos (Godoy; Dell'Agnolo; Melo, 2020d, p. 140).

Figura 13. Os resíduos descartados indevidamente podem chegar aos oceanos e prejudicar os ecossistemas marinhos



Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020d, p. 40)

A orientação para a separação correta de materiais tóxicos confere um caráter pragmático ao texto, ao sugerir ações individuais e tecnológicas. Contudo, o modelo de produção e consumo que causa o problema não é questionado, e as desigualdades sociais que comprometem a eficácia das medidas propostas são ignoradas. Essa limitação não é uma simples omissão, mas reflete uma visão de mundo alinhada à crítica de Silva e Machado (2015), que apontam como o paradigma tradicional da ciência frequentemente contribui para a sustentação do capitalismo. Segundo os autores, isso ocorre porque a abordagem científica convencional legitima o sistema vigente e, ao mesmo tempo, oculta as possibilidades de sua superação. Ao focar na gestão técnica dos resíduos, o trecho retirado exemplifica esse paradigma, escondendo as críticas ao modelo econômico que gera o problema e, consequentemente, as alternativas para uma transformação socioambiental mais profunda.

Em relação aos ODS, o texto conecta-se diretamente à ODS 14, ao destacar os impactos da poluição nos ecossistemas aquáticos e na biodiversidade marinha. Porém, a abordagem limita-se a descrever as consequências, sem estimular uma reflexão crítica sobre

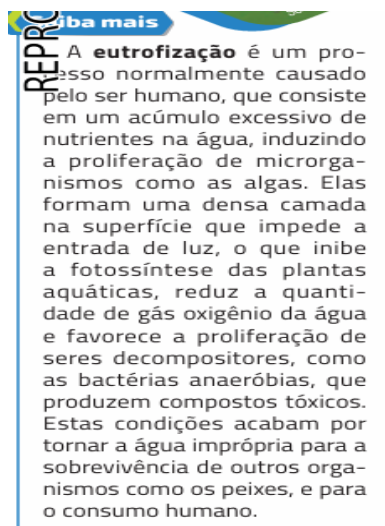
responsabilidades políticas, sociais ou ambientais, nem incentivar o engajamento cidadão e a justiça ambiental, aspectos fundamentais para uma educação ambiental crítica (Vorpagel; Uhmman, 2018).

6.1.2 Volume Matéria, Energia e Vida

No volume, foram encontrados 2 trechos voltados para a Poluição Marinha envolvidos com o tema “ciclos biogeoquímicos” presentes no livro. O primeiro trecho e imagem foram os destacados a seguir:

Os processos naturais anteriormente descritos contribuem para a ciclagem do nitrogênio na natureza. No entanto, o ciclo desse elemento químico tem sido alterado pelas atividades humanas. Alguns processos industriais voltados para a fabricação de fertilizantes químicos realizam a fixação industrial de nitrogênio, um processo artificial de fixação. Um dos mais relevantes é o processo Haber-Bosch, no qual ocorre a síntese de amônia. Os fertilizantes químicos, também conhecidos por adubos químicos ou adubos inorgânicos, são utilizados na agricultura para aumentar a produtividade das lavouras. [...] O uso de fertilizantes químicos pelas atividades humanas tem, no entanto, aumentado a disponibilização de nitrato no ambiente, pois parte do nitrogênio presente nesses fertilizantes não é assimilada pelas plantas, tornando-se livre no solo e podendo ser levado pela água das chuvas para corpos de água, como rios e lagos. Dessa forma, os fertilizantes químicos podem contaminar solos e provocar a poluição das águas. O excesso de nitrato nos ambientes aquáticos pode provocar sua eutrofização, afetando os seres vivos que vivem nessas águas e a saúde de pessoas que a utilizam para consumo. O uso de fertilizantes químicos na agricultura está relacionado também com o aumento da emissão de óxidos de nitrogênio na atmosfera. Além disso, os processos relacionados com a produção desses fertilizantes também geram problemas ambientais, uma vez que a alta necessidade de energia térmica para realização desses processos demanda a utilização de combustíveis fósseis para a queima, processo que emite gás carbônico. A queima de combustíveis fósseis também tem aumentado a emissão de óxidos de nitrogênio na atmosfera. [...] O nitroso (N_2O), um gás que contribui para intensificação do efeito estufa, que, como consequência, resulta em mudanças climáticas. Outro óxido emitido pela queima dos combustíveis fósseis é o óxido nítrico (NO). Sua presença na atmosfera pode levar à precipitação com grandes quantidades de ácidos, fenômeno conhecido por chuva ácida. Isso acontece porque ele pode ser oxidado e reagir com a água, formando ácido nítrico (HNO_3) (Godoy; Dell'Agnolo; Melo, 2020a, p. 150).

Figura 14. Processo de eutrofização



Fonte: Godoy; Dell’Agnolo; Melo (2020a, p. 150).

Na análise da temática 'Poluição Marinha', o trecho aborda o ciclo do nitrogênio e a eutrofização com um forte embasamento biológico-ecológico. O texto expositivo conecta o processo industrial Haber-Bosch a uma cadeia de consequências ambientais, como a poluição da água e do ar. Contudo, é precisamente nesta abordagem que reside sua primeira limitação. Ao limitar seus exemplos de eutrofização a rios e lagos, o trecho ignora uma das consequências mais graves da poluição por nutrientes: a criação de imensas 'zonas mortas' em ecossistemas costeiros.

O número de zonas mortas (regiões com baixa ou nula concentração de oxigênio) quadruplicou nos últimos 50 anos, tornando-se inabitável para a maioria dos organismos. Esse fenômeno tem um impacto duplo na biodiversidade: força espécies móveis a se deslocarem para outras áreas em busca de sobrevivência, enquanto condena aquelas incapazes de migrar a sofrerem as consequências da falta de oxigênio e da degradação do habitat (Bardon, 2021). Essa omissão fornece uma quebra entre terra e mar, tratando a poluição aquática como um problema local e falhando em construir uma cultura oceânica que compreenda a dimensão global das ameaças, um dos principais alvos do ODS 14.

Em segundo lugar, a solução proposta (a análise de solo para um uso ‘consciente’ de fertilizantes), embora válida, é superficial e despolitizada. Ao focar em uma otimização técnica, o texto enquadra a poluição por nitrogênio como um simples problema de má gestão individual do agricultor, abstendo-se de qualquer análise crítica sobre o modelo de produção do agronegócio, a dependência de insumos químicos ou o poder da indústria de fertilizantes. Essa omissão de alternativas, como a agroecologia e a EA transformadora (Da Silva; Machado, 2015), reflete uma visão de mundo mais profunda, que Guterres (2006) critica como sendo

baseada no monismo: a crença de que existe uma única maneira correta e 'objetiva' de gerir os sistemas naturais. Ao fazer isso, o trecho valida o modelo do agronegócio não como uma entre várias opções políticas e culturais, mas como a única solução racional, marginalizando saberes alternativos e reforçando uma visão de mundo onde a conjuntura agrária parece imune às nossas intenções de transformá-la.

Na sessão de atividades extras que envolvem os ciclos biogeoquímicos, a seguinte atividade foi retirada:

Figura 15. Atividade relacionada a quantidade de nitrato presente na água

3. Os valores de nitrato acima de 0,25 mg/L presentes na água são suficientes para permitir o desenvolvimento de algas e concentrações acima de 5 mg/mL normalmente indicam poluição por fertilizantes. Segundo a portaria nº 518/04 do Ministério da Saúde, o valor máximo permitido de nitrato presente na água para consumo humano é de 10 mg/L. A partir dessas informações, responda às questões a seguir.

- a) O nitrato presente em corpos de água pode ser oriundo de fontes naturais ou de atividades humanas. Cite exemplos para cada uma dessas condições.
- b) Considere que um pesquisador tenha feito uma análise da qualidade da água de um lago de sua cidade e tenha identificado que a concentração de nitrato desse lago seja de 1,4 mg/L. Realize previsões a respeito do que poderá acontecer com o lago, considerando a quantidade de nitrato que apresenta.
- c) A partir da situação descrita no item b, é possível afirmar que a concentração de nitrato do lago seja decorrente da poluição provocada por atividades humanas? Justifique sua resposta.
- d) Considere que você seja o consultor ambiental de uma empresa agrícola que esteja expandindo sua área de plantação. Que ação você proporia para a empresa realizar, de modo a evitar impactos ambientais associados à alteração da quantidade de nitrato de corpos de água?

Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020a, p. 150).

Quanto à análise da atividade proposta, observamos sua centralidade na poluição da água por nitrato, um dos principais poluentes de origem terrestre que afetam ecossistemas aquáticos e marinhos, sendo incluída na categoria da poluição marinha. É fomentada a resolução de problemas com base em dados técnicos e legais, e posiciona o aluno em um papel de gestor/consultor que busca mitigar impactos sem alterar o sistema, contexto este que faz parte da educação pragmática. Exige o uso da ciência ecológica para resolver um problema apresentado dentro de um enquadramento legal (normas) e econômico (empresa agrícola),

sendo incluída no âmbito de explicação Biológico-Ecológico em um contexto Político Econômico-Cultural.

A atividade analisada, em especial o item que posiciona o aluno como ‘consultor ambiental’ de uma empresa agrícola, é um forte instrumento pedagógico que naturaliza uma visão de mundo específica. Essa abordagem, embora promova a aplicação prática do conhecimento, direciona o estudante para uma lógica de mitigação de danos, em vez de uma transformação do sistema, padrão este encontrado também em outras discussões anteriores. Ao enquadrar a solução dentro dos interesses de expansão da empresa, a atividade normaliza o modelo do agronegócio (Da Silva; Machado, 2015), e despolitiza o debate, tratando a poluição por nutrientes como uma problemática técnica a ser gerenciada, e não como uma consequência de um sistema produtivo com falhas estruturais. Dessa forma, a EA resultante é pragmática, preparando o aluno para otimizar o sistema vigente em vez de capacitá-lo com as ferramentas críticas para questioná-lo e imaginar alternativas.

6.1.3 Volume Ciência, Tecnologia e Cidadania

A análise dos volumes anteriores sobre a categoria "Poluição Marinha" revelou um padrão consistente: a abordagem dos problemas ambientais, embora tecnicamente detalhada, tende a ser fragmentada, tratando a contaminação de ecossistemas de água doce, como rios e lagos, sem estabelecer a conexão explícita e necessária com o oceano. Ao iniciar a análise do volume atual, encontramos dois trechos na seguinte categoria, e observa-se que essa tendência de utilizar ecossistemas fluviais como modelo para a discussão persiste. O primeiro trecho e imagem examinados, propõem um exemplo de investigação científica, reforçando essa prática, como veremos a seguir.

Para representar as etapas de uma investigação, considere o seguinte exemplo. Um grupo de pesquisadores observou que, em um rio que abastece a cidade em que vivem, está ocorrendo a morte de animais que consomem gás oxigênio, como peixes e alguns invertebrados. O grupo, então, elabora a questão: “Qual a quantidade de oxigênio na água desse rio?” e levanta a hipótese de que a quantidade de gás oxigênio dissolvido na água esteja abaixo dos níveis considerados ideais. Para testar sua hipótese, os pesquisadores adotam o seguinte procedimento: para a coleta de dados, são recolhidas amostras de 100 mL de água ao longo de diversos trechos do rio, espaçadas igualmente; para a análise dessas amostras, são realizados testes químicos e físicos que possibilitam a determinação da quantidade de oxigênio dissolvido nelas (Godoy; Dell’Agnolo; Melo, 2020e, p. 27).

Figura 16. Coleta de amostras de água feita por pesquisador em rio



Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020e, p. 27).

Figura 17. Atividade relacionada a quantidade de oxigênio presente na água

- 6 Identifique as etapas da investigação realizada pelo grupo dos pesquisadores.
- 7 Com a investigação dos pesquisadores, é possível afirmar que os animais do rio estão morrendo em decorrência da quantidade de oxigênio dissolvido na água? Converse com seus colegas.

Não escreva no livro.

Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020e, p. 27).

O trecho descreve um exemplo de investigação científica sobre a morte de animais em um rio. Assim como em outros exemplos, o foco é um ecossistema de água doce, mas o problema (a baixa oxigenação da água), é uma das consequências mais diretas da poluição por nutrientes (eutrofização), que causa as zonas mortas em ambientes costeiros e marinhos. O texto, portanto, utiliza um rio como um modelo simplificado para estudar um fenômeno de grande relevância marinha. O âmbito da explicação é uma fusão do Biológico-Ecológico, ao tratar da fisiologia dos animais aquáticos e da química da água, com o Político Econômico-Cultural, ao descrever o método da ciência. A abordagem da educação ambiental é pragmática, pois o texto inteiro é uma aula sobre o método científico (observação, questão, hipótese, procedimento), apresentando a ciência como uma ferramenta para diagnosticar problemas ambientais.

A abordagem pragmática da atividade, embora eficaz em ensinar o método, isola a investigação de seu contexto político. Sob a ótica de Paulo Freire, ela substitui um "tema gerador" por um "problema domesticado", trocando a investigação crítica das causas da morte

do rio por uma medição técnica. Essa aparente neutralidade é, na verdade, uma escolha política. Conforme defende Freire (1989) e Freire (2000), nem a presença humana no mundo, nem a educação são práticas neutras; ambas são fundamentalmente políticas e podem tanto reforçar a ideologia dominante quanto desafiá-la. Ao ocultar a dimensão política do problema ambiental, a atividade proposta pelo livro tende a reproduzir as estruturas vigentes, formando um técnico que diagnostica o problema, em vez de um cidadão que investiga suas causas para transformá-lo. A ciência, portanto, é apresentada como uma ferramenta de diagnóstico, e não como um meio para a justiça ambiental.

6.2 Conversação Marinha nos livros didáticos

No contexto da categoria da conservação marinha, foram detectados 8 trechos na coleção, que foram apresentados e discutidos com base nos trechos encontrados em cada volume.

6.2.1 Ciência, Sociedade e Ambiente

No volume foram encontrados 3 trechos na seguinte categoria. No primeiro trecho, há a descrição dos impactos ecológicos das queimadas e do desmatamento, enquadrando-se na categoria temática de Conservação Marinha, pois aborda um processo terrestre com severas e diretas consequências para os ecossistemas costeiros, ainda que o texto não os mencione.

As queimadas e o desmatamento suprimem a vegetação de uma área, provocando a redução ou até a eliminação das populações das espécies de plantas daquele ambiente. Além disso, provocam a morte ou forçam o deslocamento dos animais que ali vivem para outros locais, aumentando a competição por recursos, como alimento, abrigo ou parceiros para a reprodução. Isso pode interferir nas relações tróficas estabelecidas entre os seres vivos, alterando o equilíbrio das cadeias alimentares. A remoção da cobertura vegetal pode, ainda, deixar o solo suscetível a processos de erosão. As raízes das árvores estão entrelaçadas às partículas que formam o solo, evitando sua desagregação por agentes, como a chuva e o vento. Sem a presença da vegetação, portanto, o solo fica desprotegido e exposto à ação de agentes erosivos. Além disso, o solo pode ter sua fertilidade reduzida, já que a ciclagem de nutrientes será interrompida. Outro impacto relacionado à remoção da cobertura vegetal é a interferência no ciclo hidrológico, alterando o regime de chuvas da região (Godoy; Dell'Agnolo; Melo, 2020d, p. 137).

O âmbito da explicação é Biológico-Ecológico, e a abordagem da EA é Pragmática, focada em apresentar uma relação de causa e efeito das consequências do desmatamento. O texto descreve com precisão os impactos em terra: perda de habitat para os animais, desequilíbrio de cadeias alimentares e erosão do solo. Contudo, a narrativa para abruptamente, sem nunca se perguntar: "para onde vai todo esse solo erodido?". Ao não seguir o fluxo da

água, ele omite como essa enxurrada de sedimentos soterra recifes de corais e destrói os estuários que servem de berçário para os peixes dos quais as comunidades costeiras dependem, por exemplo.

Além de parar no espaço, a narrativa também para antes de chegar às causas. O desmatamento é apresentado como um fenômeno quase natural, sem rosto, omitindo os interesses do agronegócio, da mineração e da extração de madeira que o impulsionam. O resultado é uma educação que ensina uma ecologia que desconecta a terra do mar e apresenta um problema complexo sem nomear suas reais causas humanas.

Essa tendência de apresentar os problemas ambientais de forma despolitizada (omitindo os atores por trás de processos de larga escala como o desmatamento) se estende à forma como a coleção aborda as práticas ilegais diretas. A análise se volta agora para o trecho que trata do tráfico de animais silvestres, da caça e da pesca predatória, no qual o livro didático define e exemplifica essas atividades, destacando seus impactos sobre a fauna, como se verá a seguir.

O tráfico de animais silvestres constitui a remoção de animais do ambiente em que vivem e sua comercialização ilegal. A caça predatória se refere à caça e à morte de animais, de modo ilegal. A pesca predatória compreende a retirada de peixes do ambiente em períodos ou em locais proibidos, com instrumentos não permitidos e/ou em quantidades exacerbadas, configurando uma atividade ilegal. Essas atividades ilegais reduzem o tamanho da população das espécies animais no ambiente. Além de interferir no equilíbrio das cadeias alimentares das quais as espécies participam, podem provocar a extinção local de espécies, reduzindo a biodiversidade. Atualmente, diversas espécies estão ameaçadas de extinção em decorrência dessas práticas ilegais, como a arara-azul-grande (*Anodorhynchus hyacinthinus*), o mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*) e o lambari (*Astyanax eremus*). [...] Segundo a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, a retirada, a criação, a venda e a compra de animais silvestres, sem autorização ou licença, além da caça e da pesca predatórias, configuram um crime. Os responsáveis podem receber multas e/ou serem detidos por um período determinado pela justiça. O combate aos crimes ambientais é um dever compartilhado entre autoridades competentes e a própria população. Quando identificados, é importante que sejam denunciados a órgãos responsáveis (Godoy; Dell'Agnolo; Melo, 2020d, p. 138).

Figura 18. Campanha contra o tráfico de animais silvestres do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) de 2014



Fonte: Godoy; Dell’Agnolo; Melo (2020d, p. 138)

A análise do trecho sobre pesca predatória revela uma abordagem limitada: ela demonstra um claro viés terrestre e se restringe a uma perspectiva conservacionista, em vez de crítica. O viés terrestre se manifesta na escolha de uma espécie de água doce, o lambari, como único exemplo, o que marginaliza a dimensão oceânica do problema. Já a limitação crítica ocorre porque o texto foca na legislação e na preservação da fauna, mas não problematiza as causas socioeconômicas e políticas (como o modelo de desenvolvimento e as relações de consumo) que impulsionam as práticas ilegais, algo comum na coleção.

Essa superficialidade não é um caso isolado, mas um sintoma de uma lacuna mais ampla na educação ambiental brasileira, conforme aponta Sampaio (2024) sobre a abordagem restrita de temas marinhos em livros didáticos. Além das práticas ilegais como a pesca, outros impactos, como a poluição química da agricultura e mineração, também afetam os ecossistemas aquáticos. Além disso, o material inclui referências à poluição por agrotóxicos, fertilizantes e mercúrio, mas ainda sem integrar plenamente a discussão crítica sobre os impactos humanos nos ecossistemas aquáticos e marinhos.

Para maximizar a produção agrícola, utilizam-se produtos químicos, como fertilizantes e agrotóxicos. [...] O uso indiscriminado de fertilizantes disponibiliza nutrientes no solo acima da quantidade que as plantas são capazes de absorver, fazendo que cheguem até rios e lagos carregados pela água das chuvas. Isso provoca a eutrofização, processo que resulta na diminuição da quantidade de gás oxigênio dissolvido na água e a consequente morte de diversos seres vivos que vivem nesses corpos-d’água. O uso exacerbado de agrotóxicos, por sua vez, pode contaminar o solo, rios e lagos, ao serem carregados pela água da chuva. Além disso, pode contaminar vegetações nativas próximas às plantações, ao serem carregados pelo vento. O consumo de água ou plantas contaminadas por agrotóxicos contamina outros seres vivos, provocando o acúmulo desses produtos ao longo das cadeias alimentares e causando danos à saúde dos organismos. Outro problema associado ao uso dos agrotóxicos é o fato de que eles podem ser nocivos a outras espécies de seres vivos que não as espécies que causam danos à plantação, comprometendo a biodiversidade. Um exemplo disso são as abelhas, animais importantes para a reprodução de muitas espécies de plantas. Nos últimos anos, milhões de abelhas têm sido mortas pelos agrotóxicos utilizados de modo indiscriminado em plantações no Brasil. Com a morte das abelhas, a reprodução das plantas também é comprometida, diminuindo, por consequência, a produção de frutos e sementes, muitos dos quais de interesse econômico. Para minimizar esses impactos, é importante que os fertilizantes e os agrotóxicos sejam utilizados com consciência, empregando sempre que possível técnicas de adubação e manejo de espécies indesejadas que não prejudiquem o ambiente, como por exemplo a adubação do solo a partir de restos da colheita anterior. Outra atividade na qual é comum o uso de produtos químicos é a mineração. Costuma-se realizar a extração de ouro com mercúrio, um elemento tóxico que pode contaminar o solo, a água e os seres vivos, se acumulando ao longo das cadeias tróficas (Godoy; Dell’Agnolo; Melo, 2020d, p. 139).

Figura 19. Lago eutrofizado e avião pulverizador



» Lago eutrofizado em Roterdã (Holanda, 2012). A cor verde da água indica a presença de grande quantidade de algas.



» Avião pulverizando agrotóxicos em uma plantação (Cristalina, GO, 2019).

Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020d, p. 139)

O trecho analisado evidencia os impactos do uso indiscriminado de fertilizantes, agrotóxicos e mercúrio na agricultura e mineração, destacando consequências ambientais que se estendem aos ecossistemas aquáticos e terrestres. A utilização excessiva de fertilizantes provoca a eutrofização de rios e lagos (Da Silva; De Campos; Bohm, 2013), reduzindo a concentração de oxigênio dissolvido e causando a morte de diversos organismos aquáticos, enquanto o uso de agrotóxicos compromete a saúde de espécies não-alvo, como as abelhas (Weyermüller; Dewes, 2025), essenciais para a polinização e para a produção de frutos e sementes de interesse econômico. Esses efeitos refletem dimensões biológico-ecológicas e evolutivas, por meio da alteração das cadeias alimentares e da biodiversidade, e econômicas, considerando os prejuízos à produção agrícola. Além disso, o trecho sugere práticas de manejo sustentável, como a adubação a partir de restos da colheita anterior, demonstrando uma preocupação conservacionista com a preservação dos ecossistemas.

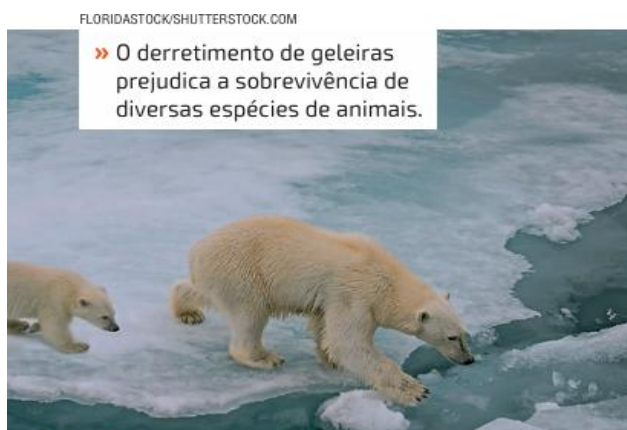
Dessa forma, a abordagem do texto se alinha à dois tipos de EA, a conservacionista e a pragmática, ao propor medidas práticas para reduzir impactos ambientais sem, contudo, questionar criticamente os modelos socioeconômicos que sustentam a produção agrícola e a exploração mineral, fatos recorrentes na coleção. Essa discussão evidencia a necessidade de

estratégias educativas que integrem o conhecimento sobre poluição, conservação da biodiversidade e serviços ecossistêmicos, promovendo decisões conscientes e sustentáveis por parte dos agentes sociais. Apesar de oferecer base para compreender processos de degradação ambiental, o trecho não estabelece, de forma explícita, conexões com o ODS 14, o que exigiria do docente uma mediação intencional para ampliar o escopo da discussão e incluir os ecossistemas marinhos.

6.2.2 *Matéria, energia e vida*

Alguns gases presentes na atmosfera são capazes de absorver parte do calor que é irradiado pela superfície terrestre, mantendo a temperatura média do planeta, condição necessária para a existência de vida. [...] As atividades humanas, no entanto, têm aumentado a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera, especialmente o gás carbônico, ocasionando a intensificação do efeito estufa. Isso tem resultado na elevação da temperatura média do planeta nos últimos anos, acentuando as mudanças climáticas. As mudanças climáticas têm gerado diversos impactos ao planeta, e outros já estão projetados a acontecer, caso sua temperatura média continue a aumentar. Entre eles, podemos citar as alterações nos regimes de chuvas, o derretimento das geleiras e a morte de muitos seres vivos sensíveis às alterações de temperatura. A morte dos seres vivos decorrente das mudanças climáticas interfere nas relações tróficas existentes nos ecossistemas, contribuindo para o desequilíbrio ambiental de todo o planeta. Os efeitos provocados pela interferência das atividades humanas no ciclo do carbono podem ser minimizados com a redução da emissão de gases de efeito estufa, sobretudo do gás carbônico. Isso pode ser feito com algumas atitudes cotidianas, além de atitudes governamentais. Uma forma de diminuir a emissão de gases de efeito estufa proveniente da queima de combustíveis fósseis é reduzir a quantidade de veículos movidos à combustão interna circulando nas ruas. Para tanto, podemos optar pelo uso de transportes públicos, como ônibus ou metrô, ou de bicicletas. Também podemos realizar caminhadas, quando possível. Essas alternativas necessitam de investimentos do governo na infraestrutura da cidade, relacionada à manutenção do transporte público, das ciclovias e das calçadas. Outra condição importante é a substituição de fontes de energia não renováveis, como o petróleo, por fontes de energia renováveis, como a biomassa. Outras opções são fontes hídricas, utilizadas em usinas hidrelétricas para a geração de energia. Outras fontes ainda, como solar, eólica, geotérmica (obtida a partir das altas temperaturas do interior da crosta terrestre), oceânica (obtida a partir da energia cinética das marés) também são opções. Além de serem renováveis, outra vantagem de se utilizar essas fontes de energia é o menor impacto ao ambiente, se comparadas com o uso das fontes não renováveis, de origens fósseis. O governo também pode ampliar a fiscalização do desmatamento e das queimadas no território nacional, visto que essas práticas normalmente são realizadas sem a autorização de órgãos ambientais, configurando um crime. Os responsáveis, então, respondem pelo crime praticado, podendo ser presos e sujeitos ao pagamento de multas (Godoy; Dell'Agnolo; Melo, 2020d, p. 146-147).

Figura 20. Ursos polares caminhando por geleiras derretidas.



Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020d, p. 146)

O trecho representa um avanço em relação às abordagens puramente descritivas, pois conecta o fenômeno científico do efeito estufa a seus impactos na biodiversidade e, crucialmente, a um amplo leque de soluções. A estrutura, que transita de um apelo conservacionista (a imagem do urso polar como símbolo da fauna ameaçada) para uma lista de ações pragmáticas (individuais, governamentais e internacionais), demonstra uma preocupação em formar um estudante ciente e orientado para a ação.

A análise sob a ótica da Década do Oceano, revela uma dupla marginalização do oceano na discussão sobre a crise climática: ele é sub-representado tanto como vítima quanto como parte da solução. Como vítima, sua vulnerabilidade é subestimada pela ausência total da discussão sobre a acidificação (meta 14.3 do ODS 14), a outra crise do CO². Ao focar apenas no aquecimento, o trecho apresenta uma visão fragmentada que impede o aluno de compreender a natureza sistêmica da ameaça.

Como solução, seu potencial é igualmente ignorado: a energia oceânica é mencionada de forma genérica, e o papel vital de ecossistemas de carbono azul, como manguezais e pradarias marinhas, como grandes sumidouros de carbono, é completamente omitido. Essa dupla lacuna (que invisibiliza tanto a gravidade da crise marinha quanto o potencial oceânico para mitigá-la), reflete um padrão mais amplo de tratamento superficial do tema nos currículos escolares, conforme apontado por estudos como os de Giese e Maceno (2022) e Sampaio (2024), representando um obstáculo para a formação de uma cultura oceânica.

6.2.3 Origens

Esse padrão de tratamento superficial, que dificulta a construção de uma cultura oceânica, se manifesta também na abordagem de temas mais específicos, como a conservação de espécies. A atividade que utiliza a lontra (*Lontra longicaudis*) como estudo de caso é um exemplo. O texto destaca que a espécie está ameaçada de extinção e habita tanto ambientes de água doce quanto salgada, o que a tornaria um organismo para conectar as discussões sobre conservação fluvial e costeira. Contudo, a análise revela que o âmbito da explicação também se restringe ao Biológico-Ecológico, focando na taxonomia e nas características da espécie. No que se refere a abordagem da EA, encontramos a conservacionista, onde utiliza um mamífero carismático para gerar empatia e preocupação e também direciona a tarefa para exercícios técnicos de classificação, sem explorar a complexidade socioambiental das ameaças que a lontra enfrenta.

Figura 21. Atividade sobre a classificação científica da Lontra

3. Analise as informações a seguir. GIEDRIIUS/SHUTTERSTOCK.COM



Nome científico: *Lontra longicaudis*
Nome popular: Lontra
Características: Mamífero semiaquático de pelagem curta, densa e coloração marrom. Possui cauda musculosa e flexível, importante para o deslocamento na água. Narinas e orelhas podem ser fechadas durante o mergulho. As pernas são curtas e os pés possuem membranas entre os dedos. Ocupam ambientes aquáticos, tanto de água doce quanto salgada. Se alimentam principalmente de peixes, mas sua dieta também inclui crustáceos, anfíbios, mamíferos, insetos e aves. A espécie apresenta-se ameaçada de extinção devido à caça, à poluição da água e à destruição do habitat.

De acordo com a análise das informações e em seus conhecimentos, faça o que se propõe a seguir.

- a) A que gênero pertence a lontra?
- b) A que espécie pertence a lontra?
- c) Faça uma pesquisa e indique o reino, o filo, a classe, a ordem e a família aos quais a lontra pertence.
- d) Escolha um animal, faça uma pesquisa e produza uma ficha similar à da lontra. Junto com os colegas, elaborem uma maneira de classificar as fichas produzidas por cada um. Determinem os critérios de classificação que serão considerados e os apresentem à classe.

Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020c, p. 111)

A análise desta atividade revela uma estratégia pedagógica comum e eficaz em seus objetivos imediatos, mas limitada em sua profundidade. A força da atividade reside em sua capacidade de usar o apelo emocional da conservação de uma espécie para engajar os alunos em uma tarefa científica pragmática: aprender e aplicar os princípios da taxonomia. No entanto, ao fazer isso, ela despolitiza completamente as ameaças que ela mesma aponta.

A crítica fundamental é que a atividade ensina o aluno a classificar a lontra, mas não a analisar as causas das suas ameaças de extinção. As ameaças (caça, poluição da água e à destruição do habitat), são apresentadas como fatos abstratos, como se fossem fenômenos naturais. A atividade não incentiva nenhuma pergunta crítica, como por exemplo: Quem polui a água e por quê? Quais atividades econômicas (expansão urbana, agronegócio, indústria) estão por trás da destruição do seu habitat? Quais são os fatores socioeconômicos que levam à caça ilegal? Ao focar exclusivamente na classificação biológica, a atividade perde a oportunidade de usar a lontra para investigar a conexão sistêmica entre a poluição nos rios e a saúde dos ecossistemas costeiros.

Se a abordagem sobre a lontra se limita a descrever e classificar, o livro parece aprofundar a discussão ao tratar da sobrepesca, uma ameaça direta e de larga escala à biodiversidade. A análise a seguir investiga se, ao passar da descrição de uma espécie para a gestão de uma atividade extrativista, a abordagem pedagógica se torna mais complexa e crítica.

Figura 22. Atividade sobre a sobrepesca relaciona com a atividade pesqueira

2. A sobrepesca, também chamada de pesca predatória, corresponde à realização da atividade pesqueira de forma desenfreada e excessiva, tornando insustentável a manutenção da população de peixes na natureza. Quando não há estratégias de manejo para a atividade pesqueira, muitos indivíduos adultos podem ser capturados, antes ou durante sua fase reprodutiva, fazendo que não restem adultos suficientes para reestabelecer a população. Na sobrepesca, portanto, há a superexploração das populações de peixes.

Com base nas informações apresentadas e em seus conhecimentos, faça o que se propõe a seguir.

- a) Um dos problemas associados à sobrepesca é a redução progressiva da população de peixes no ambiente, deixando-os suscetíveis aos efeitos da deriva genética. Explique essa afirmação.
- b) Considerando sua resposta ao item (a), justifique a importância da adoção de estratégias de manejo para a atividade pesqueira. Em sua resposta, proponha estratégias que podem ser adotadas por pescadores para garantir que a prática ocorra de forma sustentável. Se necessário, realize uma pesquisa em *sites* e fontes confiáveis.

Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020c, p. 132)

A atividade didática que aborda a sobrepesca trata de uma das principais ameaças à biodiversidade oceânica. Seu âmbito é notavelmente interdisciplinar, fundindo o biológico-ecológico e evolutivo, ao exigir a compreensão de conceitos de genética de populações como a deriva genética, com o Político Econômico-Cultural, ao focar na proposição de estratégias de

manejo para a atividade pesqueira. Essa estrutura, que convoca o aluno a aplicar o conhecimento científico para resolver um problema prático, caracteriza uma abordagem de EA pragmática, orientada para a formação de competências de gestão.

Contudo, ao solicitar que o aluno proponha estratégias a serem adotadas por pescadores, a atividade simplifica excessivamente e despolitiza o problema apresentado. Essa formulação individualiza a responsabilidade, colocando o ônus da solução sobre os pescadores (frequentemente o elo mais frágil da cadeia produtiva) e omite os atores e as estruturas que são os verdadeiros motores da sobrepesca industrial: as grandes frotas pesqueiras, a pressão dos mercados internacionais e os padrões de consumo.

Ao transformar um conflito socioeconômico complexo em um mero exercício de gestão técnica, o trecho ajuda o discente a ser capaz de pensar em soluções pontuais, mas não o ajuda na compreensão das relações de poder e as causas da exploração insustentável dos oceanos. Essa abordagem pedagógica se mostra ainda mais frágil quando contrastada com a real dimensão da crise, conforme alertam as Nações Unidas (2017). A organização ressalta que a pesca irresponsável, ao mesmo tempo em que gera empregos, esgota os recursos marinhos e acarreta perdas sociais e econômicas imensuráveis, inserindo-se em um contexto mais amplo onde até 40% dos oceanos já se encontram severamente afetados por atividades humanas. A atividade, portanto, ao ocultar essa complexidade, oferece uma visão simplista e generalista de um problema que, na verdade, é uma das mais graves crises socioambientais do nosso tempo, como apresentados pela Unesco (2020) nas metas específicas da ODS 14 que visam a sustentabilidade da atividade pesqueira (ODS 14.4; 14.6; 14.7 e 14.B).

6.2.4 Eletricidade na sociedade e na vida

Esse padrão de abordar um conflito socioambiental por meio de uma visão generalista e pragmática não é um caso isolado na coleção. A mesma tendência de simplificação e despolitização é observada na forma como o livro didático trata da maior ameaça existencial aos oceanos: a crise climática. A análise a seguir, focada em um trecho do volume sobre eletricidade, demonstra como a abordagem tecnicista do livro, mesmo ao lidar com um tema de tamanha urgência, acaba por diluir a gravidade do problema.

O uso de combustíveis fósseis emite gases poluentes na atmosfera, como o gás carbônico (CO²). O gás carbônico é um dos principais gases do efeito estufa. A emissão de gases poluentes, sobretudo de gases do efeito estufa, ocasiona mudanças climáticas, cujos impactos envolvem a alteração do regime de chuvas, o derretimento de geleiras e a morte de diversos seres vivos. [...] Atualmente, buscam-se alternativas à utilização do petróleo para o setor energético, considerando a necessidade e a capacidade de

produção de cada país. A maioria das alternativas, apesar de menos poluentes, não são tão eficientes em termos energéticos, motivo pelo qual investimentos em pesquisas científicas que busquem ampliar a eficiência de fontes de energia são de fundamental importância para a sociedade e a conservação do meio ambiente (Godoy; Dell’Agnolo; Melo, 2020b, p. 14).

A abordagem pedagógica do trecho corresponde a uma EA pragmática que, ao identificar o problema das mudanças climáticas, aponta para uma solução procedimental. O texto apresenta uma visão tecnicista, que acaba por diluir a urgência da crise. Essa hesitação se materializa em ressalvas como a de que "a maioria das alternativas [renováveis], apesar de menos poluentes, não são tão eficientes". Pedagogicamente, essa formulação funciona para diminuir o apelo das energias renováveis e adiar a responsabilidade da transição para um futuro incerto de pesquisas científicas.

A solução para a crise energética, tal como enquadrada pelo livro didático, não é apresentada como uma necessidade de mudança estrutural e imediata (como reduzir o consumo ou questionar o modelo de desenvolvimento), mas como um desafio puramente tecnológico a ser resolvido por especialistas no futuro. Essa abordagem, que despolitiza a questão, é um exemplo claro do que Nogueira e Teixeira (2024) criticam como sendo o problema central da vertente hegemônica da Educação Ambiental. Os autores argumentam que a valorização do pragmatismo em detrimento do pensamento crítico resulta em uma educação que, por não se orientar para a transformação das relações sociais, perde seu potencial emancipatório. O trecho, portanto, ao evitar a discussão sobre mudanças estruturais imediatas, torna-se um exemplo de como a educação pode, sob um manto de pragmatismo, acabar por reforçar o modelo de desenvolvimento que está na raiz do problema.

Contudo, essa tendência de apresentar a questão energética por uma lente pragmática não é absoluta na coleção. Ao abordar especificamente a energia hidrelétrica, o livro didático abandona a abordagem hesitante e adota uma perspectiva crítica, focada nos conflitos e na justiça socioambiental. O trecho e imagens a seguir representam, portanto, uma importante exceção ao padrão identificado, e sua análise é fundamental para compreender as complexidades e contradições da educação ambiental proposta pela obra.

O movimento da água é considerado uma fonte de energia, denominado energia hídrica. Comumente, o movimento da água é utilizado para a produção de energia elétrica em usinas hidrelétricas. Nessas usinas, a água em movimento gira as turbinas, acionando os geradores que produzem a energia elétrica. A utilização do movimento da água como fonte energética depende de o nível dos rios estar alto, o que está diretamente relacionado ao regime de chuvas da região em que se encontra. Como o regime de chuvas pode ser variável ao longo do ano, o nível dos rios pode oscilar e o abastecimento de energia pode ficar prejudicado. Na natureza, o movimento contínuo

da água presente nos oceanos, continentes (superfície, solo e rocha) e na atmosfera, associado às mudanças de estado físico da água, é conhecido como ciclo hidrológico. Esse ciclo torna a água uma fonte energética inesgotável. [...] A energia hídrica não emite gases poluentes, contudo a construção e o funcionamento das usinas hidrelétricas podem provocar impactos sociais e ambientais de grandes proporções. Isso porque, para a instalação das usinas, de modo geral, é necessário que sejam construídas barragens ao longo do curso dos rios, para que a água seja represada em um grande reservatório, impedindo a comunicação íntegra dos dois lados do rio, o que pode prejudicar a reprodução de algumas espécies de peixes que precisam desovar rio acima. Como uma extensa área é alagada, a vegetação local fica submersa e os animais têm de deixar o seu hábitat natural, além de obrigar as comunidades do entorno a abandonar suas residências (Godoy; Dell'Agnolo; Melo, 2020b, p. 20).

Figura 23. Instalação de usina hidrelétrica de Xingó



Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020b, p. 20)

Figura 24. Vista da usina hidrelétrica de Itaipu em 1982 (esquerda) e 2002 (direita).



Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020c, p. 20)

O trecho que aborda a energia hídrica, embora centrado em ecossistemas fluviais, insere-se na categoria temática da conservação marinha. Essa conexão se dá pelos severos impactos que as barragens causam: alteram drasticamente o fluxo de água doce, sedimentos e nutrientes que chegam à costa, afetando deltas, estuários e a pesca marinha, bem como a alteração da paisagem, assoreamento dos reservatórios, problemas de saúde pública, além de

prejudicarem a reprodução de espécies de peixes que migram entre o rio e o mar (Bermann, 2007; Batista *et al.* 2012).

O âmbito da explicação é predominantemente Político Econômico-Cultural, pois o texto utiliza os impactos ecológicos (perda de habitat, bloqueio de migração) como base para uma discussão maior sobre as consequências sociais de um modelo de desenvolvimento energético, culminando na menção à expulsão de comunidades de seus territórios. Diferentemente da tendência pragmática observada em outros trechos, a abordagem sobre a energia hidrelétrica é notavelmente alinhada a uma EA Crítica. O texto vai além de uma simples listagem de prós e contras e ativamente desconstrói a narrativa simplista da hidrelétrica como energia limpa. Ao destacar que a construção pode provocar impactos sociais e ambientais de grandes proporções e obrigar as comunidades do entorno a abandonar suas residências, o material didático introduz na discussão os conceitos de conflito e justiça socioambiental.

Essa escolha pedagógica de expor as contradições de um modelo de desenvolvimento se alinha ao que a EA Crítica propõe como seu objetivo fundamental: a formação de cidadãos emancipados. Afinal, como apontam Nogueira e Teixeira (2024), a tendência emancipatória da EA depende da participação cidadã, a qual, por sua vez, só é possível em uma democracia com sujeitos capazes de problematizar a realidade, com indivíduos que, na visão de Adorno (2000), são essenciais para romper com a barbárie imposta pelo padrão de desenvolvimento vigente.

6.3 Serviços ecossistêmicos marinhos

Inicia-se, aqui, a análise da categoria "Serviços Ecossistêmicos Marinhos", que investiga como o livro didático apresenta a exploração dos recursos fornecidos pelos oceanos, como pesca, regulação climática e turismo etc., e sua relação com a EA.

6.3.1 Matéria, energia e vida

No referido volume, temos a presença de três trechos categorizados, um deles relata que:

A chuva que cai sobre as superfícies terrestres e a água proveniente da fusão do gelo das montanhas podem escoar até atingir corpos d'água, como rios e lagos, que desembocam nos oceanos ao final de seus cursos. Também podem se infiltrar no solo, reabastecendo reservatórios subterrâneos. Parte da água disponível nos solos pode ser absorvida pelas plantas. Alguns fenômenos naturais podem interferir no ciclo da água, como as queimadas que ocorrem naturalmente em algumas regiões ao redor do mundo. As queimadas também podem ser provocadas por algumas atividades humanas, que, junto ao desmatamento, estão normalmente relacionadas a práticas agrícolas. As

queimadas e o desmatamento removem a cobertura vegetal existente em determinada região, o que reduz a taxa de transpiração das plantas. Além disso, a inexistência da cobertura vegetal reduz a interceptação da chuva, fazendo que toda a água da chuva se infiltre no solo, o que diminui a evaporação. Portanto, menor taxa de evapotranspiração significa menor quantidade de vapor-d'água na atmosfera, o que influencia o regime de chuvas da região, reduzindo a taxa de precipitações. A baixa ocorrência de chuvas pode trazer consequências ao ambiente, ao prejudicar o desenvolvimento de plantas que delas dependem para se desenvolver. Também compromete o reabastecimento dos corpos d'água, como rios, ao reduzir seus níveis. Em casos de escassez prolongada, é possível que ocorra o desaparecimento de alguns corpos d'água, resultando na morte dos seres vivos neles encontrados ou de animais que deles se utilizavam para a dessedentação. A escassez das chuvas também pode prejudicar alguns setores da sociedade humana, como a agricultura, interferindo no plantio de alguns cultivados. Reduz, ainda, o nível dos reservatórios utilizados no abastecimento de água e a geração de energia elétrica em usinas hidrelétricas. Essas consequências podem ser evitadas ou minimizadas por meio da preservação dos ambientes florestais e do reflorestamento de áreas que já se encontram desmatadas. Existem alguns programas governamentais e de organizações não governamentais (ONGs) que fomentam projetos de reflorestamento no país, incentivando a recuperação de áreas degradadas (Godoy; Dell'Agnolo; Melo, 2020a, p. 17).

O parágrafo analisado é um exemplo claro de uma abordagem pragmática na Educação Ambiental. Ele justifica a importância de um serviço de regulação com base em argumentos técnicos e seus impactos em setores como agricultura e energia. A solução, o reflorestamento, é apresentada como uma conclusão lógica e gerencial, não como um apelo ao valor intrínseco da natureza. Notavelmente, o texto é um dos poucos a estabelecer a conexão explícita terra-oceano, mas seu foco técnico serve de porta de entrada para uma profunda despolitização do tema.

Entretanto, essa abordagem evidencia os limites da Educação Ambiental Pragmática: ao reduzir o desmatamento a falhas de gestão agrícola, ignora as disputas sociais, políticas e econômicas que marcam a questão florestal no Brasil, como lembram Costa e Loureiro (2024). Conforme apontam Layrargues e Lima (2014), essa vertente dominante da EA, ao focar na mecânica ecológica e se recusar a abordar as estruturas de poder, falha em preparar o indivíduo para a complexidade do mundo real, promovendo sob o manto da ciência uma compreensão simplista e fragmentada.

Figura 25. Atividade relacionada à importância da Floresta Amazônica na regulação do clima e do ciclo da água.

1. Leia o texto a seguir.

A Floresta Amazônica produz imensas quantidades de água para o restante do país e da América do Sul. Os chamados “rios voadores”, formados por massas de ar carregadas de vapor-d'água gerados pela evapotranspiração na Amazônia, levam umidade da Bacia Amazônica para o Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. Esses rios voadores também influenciam chuvas

Assegurar a biodiversidade é importante porque ela garante maior sustentabilidade natural para todas as formas de vida [...].

Preservar a biodiversidade amazônica, portanto, quer dizer contribuir para estabilizar outros ecossistemas na região. [...]

POR QUE a Amazônia é vital para o mundo? **G1**, 22 ago. 2019.
Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/08/22/por-que-a-amazonia-e-vital-para-o-mundo.ghtml>.
Acesso em: 29 abr. 2020.

Com base nas informações do texto e em seus conhecimentos, responda às questões a seguir.

- a) As plantas exercem papel fundamental no ciclo da água. Que papel é esse?
- b) Nas últimas décadas, o desmatamento da Amazônia tem aumentado. Além de provocar a morte de seres vivos que vivem no local, o desmatamento da Amazônia pode interferir em alguns setores de nossa sociedade, como a economia. Explique como se dá essa interferência.
- c) A preservação da Amazônia é importante para a manutenção da diversidade de espécies de seres vivos existentes nessa floresta e das relações que estabelecem entre si. Forme um grupo com seus colegas e realizem uma pesquisa a respeito da Amazônia, destacando sua extensão territorial, os países que a abrangem e aspectos de sua biodiversidade. Registrem os resultados de sua pesquisa em seus cadernos.

Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020a, p. 18)

A atividade sobre o papel da Amazônia na produção de chuvas, embora pedagogicamente eficaz em sua aparência, é um exemplo de fragmentação do conhecimento com um duplo viés: um científico e outro político. Cientificamente, ela promove um viés terrestre ao apresentar a floresta como a produtora de chuvas, omitindo o papel do Oceano Atlântico como a fonte primária da umidade que a Amazônia apenas recicla (Rios Voadores, 2013). Politicamente, a abordagem é despolitizada, pois foca apenas nos prejuízos econômicos do desmatamento (para a agricultura) e nunca nos lucros das atividades que o impulsionam (agronegócio, mineração), enquadrando a economia apenas como vítima, e não como motor da destruição.

O resultado dessa omissão é uma ecologia continental em vez de planetária, que forma um aluno ingênuo tanto sobre a origem oceânica da água quanto sobre as forças econômicas que destroem a floresta. Essa tendência de descontextualizar não é um caso isolado; a mesma estratégia de isolar a ciência de seu contexto socioambiental é encontrada em outras atividades, como a atividade a seguir, que analisa os manguezais, onde um cenário de grande relevância humana é novamente instrumentalizado para uma lição abstrata.

Figura 26. Atividade sobre características e importância dos manguezais**1.** Leia o texto a seguir.

[...]

Os manguezais [...] caracterizam-se pelo sedimento lamacento e salino, inundado diariamente pela maré. Sobre esse sedimento formam-se bosques de árvores que apresentam adaptações para sobreviver à salinidade e à inunda  o. Essas florestas peculiares têm grande importância [...] porque são áreas de reprodu  o e atuam como ber  rios para várias espécies marinhas, em especial crustáceos e peixes, que encontram nas águas tranquilas e escuras o refúgio ideal para suas larvas e filhotes.

As folhas das árvores do mangue que caem no sedimento são trituradas pelos pequenos caranguejos [...] e são levadas pelas marés, servindo de alimento para pequenos organismos marinhos. Estes são consumidos por animais maiores, que por sua vez [...] entram na dieta dos grandes peixes, pescados e são consumidos pelos humanos. Essa sequência é chamada de cadeia alimentar. Os mangues, portanto, formam a base da cadeia alimentar marinha. As   guas próximas aos manguezais são muito ricas em matéria orgânica, e    por isso que nessas águas os pescadores encontram grandes quantidades de peixes, crustáceos e moluscos.

[...]

MENEZES, M. P. M.; MEHLIG, U. Manguezais: as florestas da Amazônia costeira. *Ciência Hoje*. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/artigo/manguezais-as-florestas-da-amazonia-costeira/>. Acesso em: 17 jul. 2020.

Com base nas informa  es do texto, responda às questões a seguir.

a) Qual a importância do mangue para os ambientes marinhos?

b) Quantos níveis tróficos são citados no texto? Identifique-os.

c) Em qual nível tr  fico há menor quantidade de energia disponível? Justifique sua resposta.

d) Considere que a quantidade de energia disponibilizada pelos produtores dessa cadeia seja equivalente a 1 287 kcal/m  . Determine a quantidade de energia disponibilizada pelos demais seres vivos.

Fonte: Godoy; Dell’Agnolo; Melo (2020a, p. 142)

A atividade sobre os manguezais, classificada como Serviços Ecossistêmicos Marinhos, parte de uma premissa socioambiental rica. O texto-base e a primeira questão constroem uma ponte entre a importância biológica do ecossistema como ber  rio e uma dimensão humana concreta: a vida e o sustento dos pescadores, gerando relevância e engajamento inicial. Contudo, essa premissa é abandonada nas questões seguintes, que revelam uma abordagem conservacionista.

A atividade sobre os manguezais usa uma moldura conservacionista para conectar a importância biológica do ecossistema    vida dos pescadores. Contudo, essa potência inicial    esvaziada quando as questões substituem o ecossistema vivo por um modelo abstrato para o cálculo de fluxo de energia. Essa desconexão pedagógica reflete, especialmente ao se

considerar que, segundo Souza *et al.* (2018), cerca de 95% da produção de alimento marinho depende dos manguezais. Diante de tal relevância, a atividade não se concretiza como uma boa EA Pragmática, pois não conecta o cálculo à sustentabilidade da pesca, e passa longe de ser crítica, pois não questiona as ameaças reais, como a especulação imobiliária, que colocam em risco esse vital ecossistema. O resultado é uma educação que instrumentaliza e fragmenta o conhecimento, reforçando uma visão de ciência desvinculada da realidade e falhando em construir uma cultura oceânica efetivamente integrada e crítica.

6.3.2 Ciência, tecnologia e cidadania

Essa tendência de apresentar a ciência como uma prática abstrata e desvinculada de seu contexto social levanta uma outra questão mais profunda: qual é a concepção de ciência que a coleção didática promove? Para responder a isso, é preciso analisar não apenas como a coleção ensina conceitos científicos, mas como ela descreve a própria prática da ciência. O trecho e imagem a seguir, que trata das formas de coletar dados, oferece uma visão explícita dessa concepção e permite aprofundar a crítica sobre a fragmentação do conhecimento.

Existem inúmeras formas de se coletar dados em uma investigação. Por exemplo, é possível obter documentos e textos impressos em bibliotecas, ou disponíveis na internet; coletar amostras de material biológico; fazer medições em campo de fatores abióticos, como a temperatura e a luminosidade; fazer registros fotográficos ou gravações do ambiente pesquisado; aplicar questionários ou realizar entrevistas com um conjunto de pessoas; entre outras. Em cada um dos exemplos, são utilizados diferentes instrumentos para se realizar a coleta de dados, tais como: livros, computadores, materiais e equipamentos de laboratório, câmeras de fotografia ou de gravação de vídeo etc. (Godoy; Dell’Agnolo; Melo, 2020e, p. 23).

Figura 27. Pesquisadora coletando dados em recifes de corais



Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020e, p. 23)

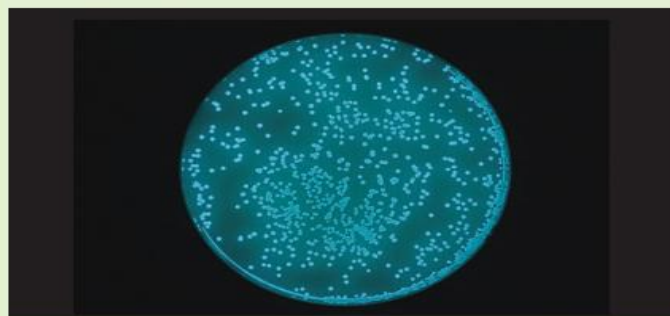
A abordagem do texto, que descreve pragmaticamente o método científico, constrói uma visão idealizada e neutra da ciência. Ao retratá-la como um conjunto de procedimentos técnicos objetivos (exemplificado pela pesquisadora em campo), o livro omite as complexas realidades que moldam a pesquisa, como o papel do financiamento, os interesses políticos e as desigualdades de acesso. Essa representação ignora o que Moura (2021) destaca: a ciência não é uma "aventura desinteressada", mas um empreendimento de coprodução, profundamente enredado em estruturas de poder e contextos sociais.

O resultado é uma educação que ensina os métodos, mas não a epistemologia da ciência, formando um aluno que valoriza dados sem questionar criticamente quem os produz e com que finalidade. Essa visão ingênua é problemática, pois, se o método científico é apresentado como isento de conflitos, suas tecnologias derivadas também poderão ser da mesma forma. O trecho a seguir, sobre biotecnologia, exemplifica essa consequência: a ciência aplicada surge não como um campo de debate ético, mas como uma celebração tecno-otimista de soluções para a humanidade.

Com o avanço dos conhecimentos científicos e tecnológicos, as biotecnologias têm sido aprimoradas e passaram a incluir a manipulação do material genético dos seres vivos, o que influencia a produção de alimentos, questões ambientais e de saúde, como no caso da bioluminescência. O desenvolvimento de organismos geneticamente modificados, a clonagem de células e de organismos e o uso de células-tronco serão alguns dos assuntos que iremos estudar neste tema (Godoy; Dell'Agnolo; Melo, 2020e, p. 23).

Figura 28. Colônias de bactérias bioluminescentes marinhas.

Alguns seres vivos emitem luz naturalmente, fenômeno conhecido como bioluminescência. Modificações realizadas em alguns microrganismos fazem que estes emitam ou amplifiquem sua bioluminescência, o que permite que sejam utilizados pela espécie humana para iluminar ambientes por meio de lâmpadas, cartazes ou fachadas luminosas. Isso reduz o consumo de energia elétrica, assim como a retirada de materiais do ambiente para a construção das lâmpadas e reduz a emissão de gases de efeito estufa ao ambiente. Além disso, o resíduo formado é 100% orgânico, e pode ser reutilizado como adubo.



Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020e, p. 64)

O trecho introdutório sobre biotecnologia, que utiliza o exemplo da bioluminescência de bactérias marinhas, descreve a apropriação de um recurso genético oceânico para a provisão de um serviço tecnológico à sociedade. O âmbito da explicação funde o Biológico-Ecológico, na descrição do fenômeno natural, com o Político Econômico-Cultural, na projeção de suas aplicações industriais. A abordagem da EA é, neste caso, pragmática, adotando um tom otimista que celebra a ‘manipulação do material genético’ como uma ferramenta de vanguarda para solucionar questões ambientais e de saúde.

A abordagem revela uma visão utilitarista da biodiversidade, na qual o valor dos seres vivos reside em sua utilidade como matéria-prima para a inovação. Essa perspectiva, que trata a natureza como objeto de lucro, é apontada por Figueiredo e Silva (2018) como uma das raízes da crise socioambiental. Ancorado nessa visão, o texto apresenta a biotecnologia como uma solução livre de criticidade e de conflitos, omitindo debates cruciais sobre os impactos ambientais de transgênicos, a governança do patrimônio genético ou os limites éticos da manipulação da vida.

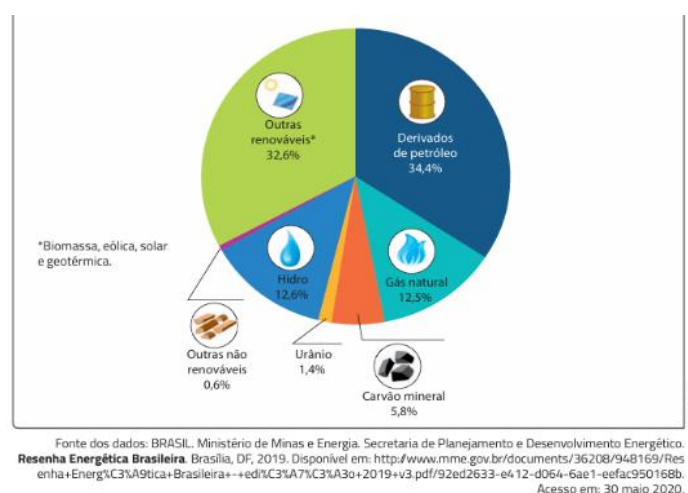
6.3.3 Eletricidade na sociedade e na vida

Na análise do volume, observamos 5 trechos na categoria Serviços Ecossistêmicos Marinhos. O primeiro trecho relata que:

Ao observarmos o gráfico, é possível verificar que 54,7% das fontes de energia utilizadas pelo Brasil são não renováveis: petróleo (34,4%), gás natural (12,5%), carvão mineral (5,8%), urânio (1,4%) e outras (0,6%). Dos 45,3% de fontes de

energia renováveis, 12,6% correspondem à energia hídrica. Apesar de as fontes não renováveis ainda serem utilizadas em maior proporção, a matriz energética do Brasil é bem diferente da matriz energética mundial. Pouco menos da metade das fontes energéticas utilizadas no Brasil provém de recursos renováveis, como a biomassa e a energia hídrica. Em nosso país, existe um grande investimento no uso da biomassa, sobretudo para a geração de biocombustíveis, como o etanol, que é utilizado como combustível por grande parte dos veículos. Isso pode ser justificado pela grande disponibilidade de terras para plantio, além das condições climáticas favoráveis para essa atividade, como a temperatura e a ocorrência de chuvas. Entre as vantagens associadas ao uso da biomassa, estão: o baixo custo; a facilidade em armazená-la e transportá-la; a possibilidade de reaproveitamento de resíduos; e a emissão de menos gases poluentes, em comparação com os combustíveis de origem fóssil. No Brasil, a energia hídrica também é bastante utilizada devido à existência de muitos rios com potencial para tal (Godoy; Dell’Agnolo; Melo, 2020b, p. 28).

Figura 29. Gráfico demonstrando a matriz energética brasileiro em 2018



Fonte: Godoy; Dell’Agnolo; Melo (2020b, p. 28)

A discussão sobre as fontes de energia de um país está intrinsecamente ligadas à saúde oceânica, pois a alta dependência de combustíveis fósseis (como os 34,4% de petróleo) é a principal causa das mudanças climáticas, que geram o aquecimento e a acidificação dos mares. Além disso, a própria exploração petrolífera acarreta riscos diretos, como aponta um estudo de Euzebio, Silveira e Marques (2019). Os autores destacam a necessidade de a indústria petrolífera brasileira se atentar a seus impactos, visto que acidentes com derramamento de óleo têm sido constantemente relatados pela mídia nacional na última década.

A abordagem do texto, embora pareça meramente pragmática e informativa ao analisar dados da política energética nacional, constrói na verdade uma narrativa que se utiliza do ‘greenwashing’. Ao exaltar a alta parcela de fontes renováveis e listar apenas suas vantagens, como baixo custo e rios abundantes, o texto omite sistematicamente seus custos reais - dos conflitos por terra na produção de biomassa, ao deslocamento de populações pelas

hidrelétricas. Essa estratégia de usar uma verdade parcial para maquiagem a imagem global de um produto é um pilar do *greenwashing*, conforme identificam Horta e Alexandre (2012). Os autores destacam que mesmo alegações comprováveis, como a de uma matriz mais limpa, são frequentemente extrapoladas para ocultar impactos socioambientais negativos, resultando em uma análise que, em vez de fomentar um debate honesto, celebra o modelo vigente sem questionar seus verdadeiros custos.

O movimento da água dos mares e dos oceanos, como ondas, marés e correntes marítimas, é denominado energia oceânica. Nos últimos anos, a energia oceânica tem sido explorada como fonte energética alternativa. Existem alguns equipamentos específicos capazes de transformar a energia mecânica do movimento da água de mares e de oceanos em energia elétrica. Contudo, o aproveitamento dessa fonte de energia ainda está em fase de estudo. Há poucas usinas no mundo que utilizam a energia oceânica para a geração de energia elétrica. No Brasil, a primeira usina de ondas foi testada no Ceará. As operações do projeto foram iniciadas no ano de 2012, com o intuito de iniciar seu funcionamento em 2020. Contudo, as atividades da usina ainda estão sob estudos. (Godoy; Dell'Agnolo; Melo, 2020b, p. 32).

Figura 30. Usina que utiliza energia das marés para a geração de energia elétrica.



Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020b, p. 32)

Este trecho foi encontrado no tópico sobre 'Investimento em fontes energéticas alternativas' e aborda a utilização de um processo natural dos oceanos (o movimento das águas) como uma fonte de provisão de energia para a sociedade, que é a definição de um serviço ecossistêmico. O âmbito da explicação é Político Econômico-Cultural, pois o foco está na exploração de um recurso, no desenvolvimento de tecnologias específicas e em projetos nacionais, inserindo o tema na discussão sobre política energética e inovação.

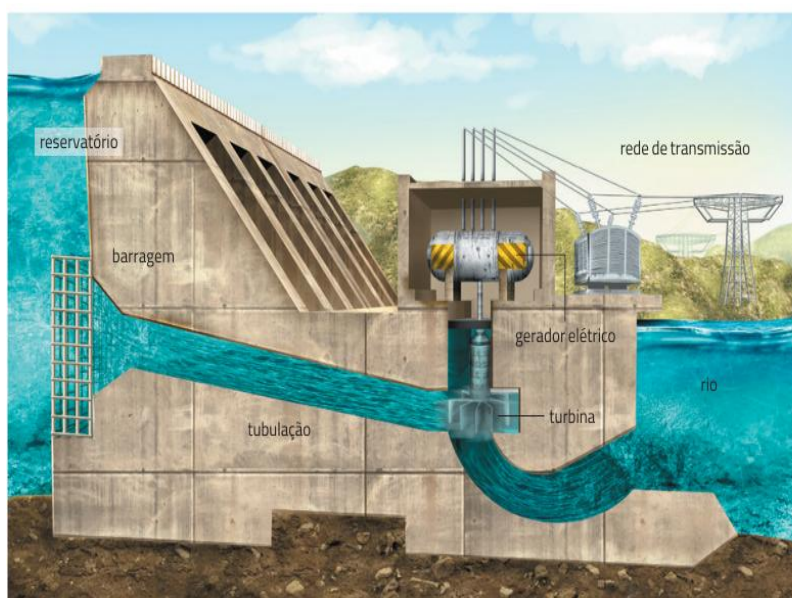
Consequentemente, a abordagem da EA é Pragmática, apresentando uma solução tecnológica (fonte energética alternativa) para a crise energética de forma informativa e focada no progresso científico. O texto promove uma EA superficial sobre a energia oceânica ao

apresentá-la de forma idealizada e sem senso de urgência. Ao mesmo tempo que a posiciona como algo para um futuro distante, omite seus potenciais conflitos socioambientais, gerando uma visão que não prepara o aluno para os debates complexos da transição energética, fatores estes que não poderiam ser omitidos.

Os próximos dois trechos foram encontrados e retirados da temática sobre ‘Geração e distribuição de energia elétrica’ no volume, mencionando que:

As usinas hidrelétricas utilizam a energia hídrica, relacionada ao movimento da água, para a geração de energia elétrica. Para que uma usina hidrelétrica funcione é necessário que haja um grande reservatório de água. Para tanto, constrói-se uma barragem de concreto, que possibilita o represamento da água de um rio. A altura da coluna de água represada deve ser suficiente para que, ao escoar por tubulações, seja capaz de operar turbinas. As hélices das turbinas giram com o movimento da água acionando geradores elétricos. Nos geradores, a energia mecânica é transformada em energia elétrica, que é distribuída aos usuários pela rede de transmissão. A água utilizada para o movimento das turbinas segue o fluxo do rio. Veja o esquema de funcionamento de uma usina hidrelétrica (Godoy; Dell’Agnolo; Melo, 2020b, p. 36).

Figura 31. Representação da estrutura de uma usina hidrelétrica



Fonte: Godoy; Dell’Agnolo; Melo (2020b, p. 36)

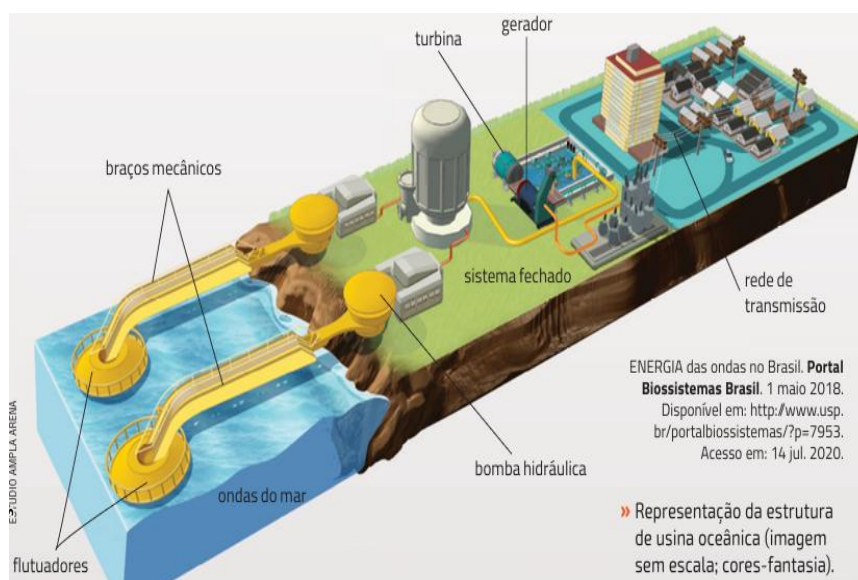
No trecho há uma abordagem pragmática e de aparente neutralidade técnica sobre a energia hídrica, posicionando-a como a espinha dorsal da matriz elétrica nacional. Essa postura, no entanto, torna-se profundamente ideológica ao ser contrastada com outra seção do mesmo livro, que reconhece os impactos sociais e ambientais de grandes proporções da tecnologia. No texto atual, esses conflitos são completamente apagados, retratando a usina hidrelétrica como uma maravilha da engenharia e omitindo sistematicamente as problemáticas envolvidas

(Custódio *et al.*, 2022), como florestas submersas, a interrupção da migração de peixes e, principalmente, às comunidades deslocadas.

Essa omissão é possível através da fragmentação do conhecimento como ferramenta pedagógica: o mecanismo técnico é ensinado de forma isolada e ‘limpa’, separado de suas consequências socioambientais. No seguinte trecho percebe-se algo parecido:

As usinas oceânicas utilizam a energia oceânica, presente no movimento das ondas do mar e do oceano, para a geração de energia elétrica. Diferentes equipamentos conseguem aproveitar a energia mecânica e transformá-la em energia elétrica. O esquema a seguir apresenta um deles. No caso, flutuadores se movimentam conforme o movimento das ondas. O movimento dos flutuadores promove, por consequência, o movimento de braços mecânicos, os quais acionam uma bomba hidráulica (Godoy; Dell’Agnolo; Melo, 2020b, p. 42).

Figura 32. Representação da estrutura de uma usina oceânica



Fonte: Godoy; Dell’Agnolo; Melo (2020b, p. 42)

A abordagem do texto sobre a usina oceânica, embora pareça uma simples explicação técnica, revela-se um ‘fetiche tecnológico’. A dedicação desproporcional em descrever o mecanismo interno do equipamento (flutuadores, bombas) celebra a engenhosidade humana de forma acrítica. Essa fascinação pela máquina, que a apresenta como solução inerentemente positiva, é um exemplo do que Berger (2018) identifica como o "fetiche do desenvolvimento sustentável" na indústria de geração de energia: um movimento em que empreendimentos se promovem como defensores do meio ambiente para, na verdade, desviar o foco de questões mais importantes. Ao concentrar a atenção do aluno no "como funciona", o livro evita a

discussão sobre as causas e consequências do problema, ignorando os impactos na vida marinha, na dinâmica costeira e nas comunidades pesqueiras. A repetição de que a usina está em "fase de teste" complementa essa estratégia, enquadrando a tecnologia como uma curiosidade futurista, e não como uma solução que exige um debate urgente, algo frequentemente encontrado durante muitos trechos analisados na coleção.

Figura 33. Atividade sobre energia elétrica e o regime de chuvas.

3. Quando o regime de chuvas no país é reduzido drasticamente, é possível que alguns setores sejam interrompidos, de modo a evitar a ocorrência de apagões – quando há a interrupção do suprimento de energia elétrica. A respeito do assunto, responda.
 - a) Por que podem ocorrer apagões quando há escassez de chuvas no Brasil? Explique sua resposta.
 - b) Que estratégias você proporia para evitar a ocorrência de apagões, quando há escassez de chuvas no Brasil?
 - c) Alguns acidentes também podem provocar apagões. Um exemplo é a ocorrência de falhas técnicas em subestações da rede elétrica. Nesse caso, por que o apagão ocorre? Explique sua resposta.
 - d) Que estratégias você proporia para evitar a ocorrência de apagões, quando há acidentes na rede elétrica?

Fonte: Godoy; Dell’Agnolo; Melo (2020b, p. 43)

A atividade aborda a relação entre escassez de chuvas e apagões no Brasil, evidenciando a dependência da matriz hidrelétrica e a relevância dos serviços ecossistêmicos hídricos para a sociedade e a economia. Embora não trate diretamente da biodiversidade marinha, existe uma relação indireta, já que a má gestão dos recursos hídricos continentais pode afetar ecossistemas costeiros e oceânicos, seja pela alteração do ciclo hidrológico ou pelo aumento da pressão sobre outras fontes energéticas. O conteúdo, portanto, possibilita conexões entre o uso dos recursos naturais e a necessidade de estratégias sustentáveis para garantir segurança energética.

Contudo, os exercícios propostos limitam-se a soluções imediatas, sem relacionar a crise hídrica às mudanças climáticas ou discutir alternativas energéticas mais sustentáveis. Essa omissão é grave, pois, como aponta Gutierrez (2024), a alta dependência de fontes renováveis torna a matriz energética brasileira especialmente vulnerável aos efeitos da crise climática. Inserido nos âmbitos econômico, político e biológico-ecológico, as atividades propõem apenas soluções pontuais, sem promover reflexão crítica sobre o modelo energético vigente. Ampliado

para uma perspectiva crítica da EA, o debate poderia articular a temática da energia com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente o ODS 7 (energia limpa e acessível) e o ODS 14 (vida na água), evidenciando a interdependência entre uso da água e conservação dos oceanos.

6.4 Ecossistemas oceânicos

6.4.1 Ciência, Sociedade e Ambiente

Foram encontrados na Unidade 4 do livro, intitulada ‘proteção da natureza e sustentabilidade’ no Tema 1 sobre ‘biodiversidade’, 3 trechos na categoria de ecossistemas oceânicos do referido volume. O primeiro deles relata que:

[...] Nos oceanos, a luz solar se torna menos intensa conforme aumenta a profundidade, existindo locais em que a luz não chega. As espécies que fazem fotossíntese, processo que depende da luz para ocorrer, ocorrem principalmente nas camadas superficiais dos oceanos, onde a luz se faz presente. Os organismos que vivem em um ecossistema também estabelecem relações entre si. Essas relações podem ocorrer entre indivíduos de uma mesma espécie ou entre indivíduos de espécies diferentes. O modo como essas relações se manifestam, somadas às relações com as condições abióticas, garante um certo equilíbrio dinâmico nos ecossistemas, ao que denominamos, equilíbrio ecológico. Um grupo de organismos da mesma espécie vivendo em um determinado local, constitui uma população. As diferentes populações existentes em uma região constituem as comunidades. As comunidades presentes nos ecossistemas são formadas por representantes dos mais diversos grupos de seres vivos, incluindo as bactérias, os protozoários, as algas, os fungos, os animais e as plantas (Godoy; Dell’Agnolo; Melo, 2020d, p. 129).

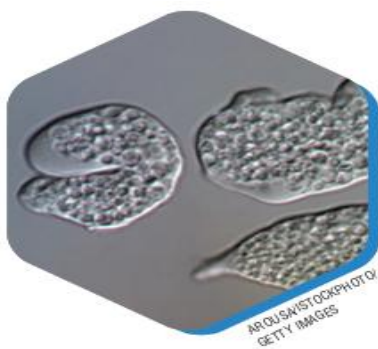
Seu âmbito é biológico-ecológico e evolutivo, e a abordagem da EA é conservacionista, pois seu objetivo é conteudista: fornecer ao aluno o vocabulário fundamental da ecologia (população, comunidade, equilíbrio ecológico) de forma objetiva e informativa, utilizando o oceano como cenário.

Embora correto em suas definições, o trecho apresenta uma visão idealizada e a-histórica de ecossistema, ao descrever a luz solar, as populações e as comunidades como partes de um sistema natural em ‘equilíbrio ecológico’, desvinculado da ação humana. Não são mencionados, por exemplo, os efeitos da poluição na penetração da luz, o impacto da pesca industrial sobre populações ou a influência de espécies invasoras na dinâmica das comunidades. Como apontam Sousa e Salvatierra (2022), a EA nos livros didáticos ainda é tratada em muitos casos, de forma fragmentada e insuficiente. Para que seja efetiva, é necessário que os conteúdos incluam, de maneira articulada e contextualizada, não apenas conceitos básicos, mas também problemas ambientais, ações educativas e políticas públicas, em perspectiva interdisciplinar e não isolada.

Essa tendência de apresentar o conhecimento biológico de forma isolada e descritiva não se limita à escala de ecossistemas; a mesma lógica é aplicada na análise de organismos microscópicos, como os próximos dois trechos a seguir:

Os protozoários são seres eucariontes e unicelulares. Eles são encontrados em ambientes aquáticos e terrestres, e em associação com alguns organismos. Os protozoários apresentam diferentes estruturas para locomoção. Algumas espécies apresentam flagelos, estruturas alongadas que realizam movimentos ondulatórios; outras podem apresentar cílios, estruturas de menor extensão, curtas, arranjadas em filas; outras, prolongamentos do citoplasma celular, denominados pseudópodes (Godoy; Dell'Agnolo; Melo, 2020d, p. 131).

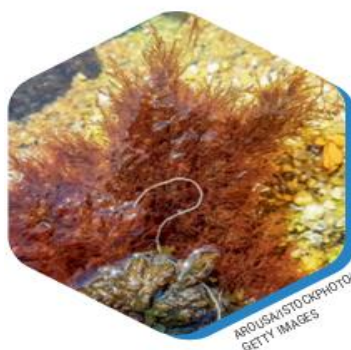
Figura 34. Protozoário com pseudópodes, da espécie *Entamoeba histolytica*



Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020d, p. 131).

As algas são seres eucariontes, unicelulares ou pluricelulares e autotróficos. Elas ocupam, principalmente, ambientes aquáticos, sendo os principais organismos produtores das cadeias alimentares de tais ambientes. Muitas delas realizam fotossíntese (Godoy; Dell'Agnolo; Melo, 2020d, p. 131).

Figura 35. Algas vermelhas, da espécie *Asparagopsis sp.*



Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020d, p. 131)

Nos dois trechos, que definem biologicamente os protozoários e as algas, observa-se um enquadramento no âmbito também biológico-ecológico e evolutivo, com uma abordagem de EA conservacionista, voltada à transmissão de conhecimentos científicos básicos e factuais. O texto sobre protozoários destaca sua estrutura celular, habitats e formas de locomoção, sendo ilustrado pela imagem da *Entamoeba histolytica*, que mostra os pseudópodes em ação e torna o conteúdo mais acessível. Contudo, perde a oportunidade de estabelecer conexões mais amplas, como sua relevância para a saúde pública (já que a espécie é causadora da amebíase) ou para a cadeia alimentar aquática, limitando-se a uma descrição descontextualizada.

No contexto das algas, o fitoplâncton marinho, por exemplo, é responsável pela produção de aproximadamente 50% a 85% do oxigênio liberado anualmente na atmosfera (Rodríguez, 2023), além de capturar carbono na forma de compostos orgânicos que sustentam as redes alimentares de ecossistemas dulcícolas e marinhos (Murcia; Ortiz, 2024). A ausência desses dados no texto reduz o papel das algas de sistemas essenciais de suporte à vida no planeta a simples componentes da base da cadeia alimentar.

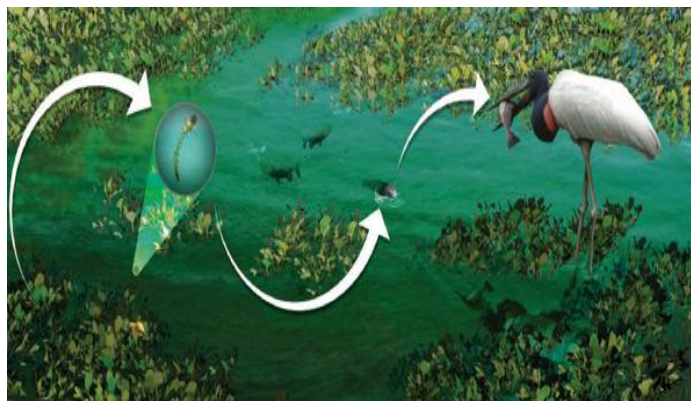
A escolha da imagem da alga *Asparagopsis* sp. reforça essa limitação: apesar de ser objeto de pesquisas internacionais pelo seu potencial de reduzir em mais de 80% as emissões de metano quando incorporada à dieta bovina (Glasson *et al.* 2022), o livro não explora essa conexão entre ecologia básica e biotecnologia aplicada. Assim, tanto no caso dos protozoários quanto das algas, observa-se uma abordagem restrita, conteudista e descontextualizada, que deixa de articular o conhecimento fundamental às aplicações científicas mais significativas da atualidade e ao contexto de extrema relevância que envolve a promoção da cultura oceânica.

6.4.2 Matéria, energia e vida

No volume foram encontrados 2 trechos referentes à categoria ecossistemas oceânicos.

As cadeias alimentares são diagramas que representam as relações alimentares estabelecidas entre os seres vivos. Para compor esses diagramas, costuma-se utilizar setas entre os organismos que se relacionam em uma cadeia alimentar. Na ponta da seta é indicado aquele que se alimenta do outro, conforme representado na ilustração a seguir. Na cadeia alimentar representada, podemos identificar as seguintes relações alimentares: o tuiuiú se alimentando de um peixe; o peixe, por sua vez, se alimentando de uma larva de inseto; a larva, por sua vez, se alimentando de aguapé (Godoy; Dell’Agnolo; Melo, 2020a, p. 132).

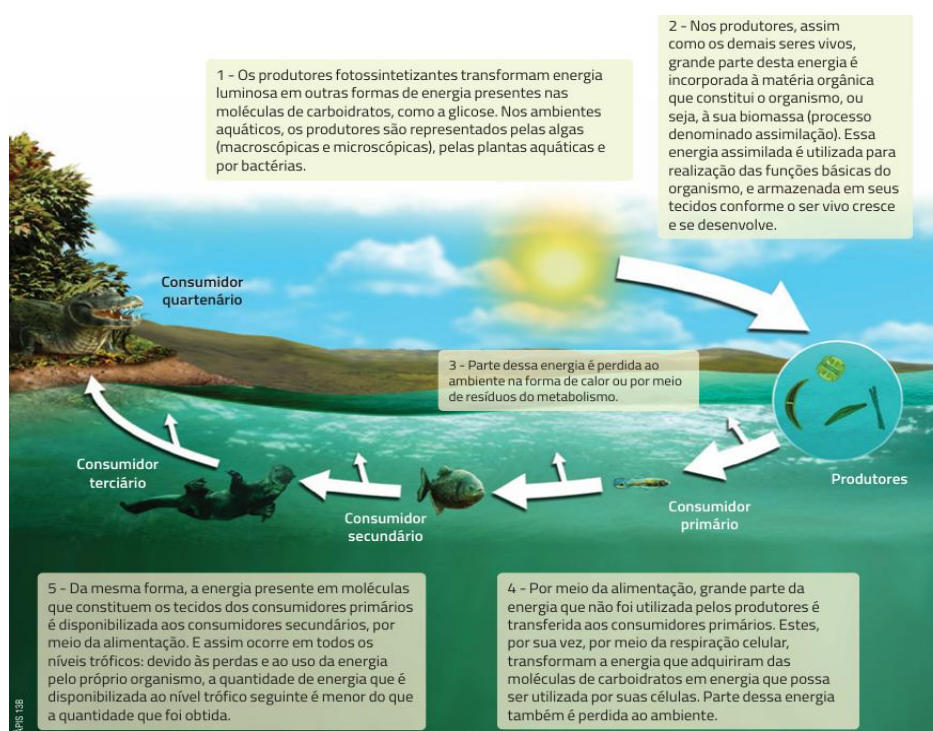
Figura 36. Representação de uma cadeia alimentar do Bioma Pantanal



Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020a, p. 132).

Transformações e transferências de energia nas cadeias alimentares A energia segue um fluxo ao longo das cadeias alimentares, não podendo ser reciclada. Esse fluxo é unidirecional, pois flui dos produtores em direção aos consumidores, como mostra o esquema abaixo. Perceba que, o fluxo de energia nas cadeias alimentares é representado por meio das setas entre os níveis tróficos. A largura dessas setas pode representar a quantidade de energia que é transferida aos seres vivos ou dissipada ao ambiente (Godoy; Dell'Agnolo; Melo, 2020a, p. 139).

Figura 37. Representação esquemática do fluxo de energia em uma cadeia alimentar.



Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020a, p. 139)

Ao abordar conceitos fundamentais da ecologia, a coleção didática revela um padrão pedagógico que marginaliza o oceano e apresenta uma visão idealizada da natureza. A primeira introdução ao conceito de cadeia alimentar, por exemplo, utiliza uma ilustração de um ecossistema de água doce com um tuiuiú. A abordagem de EA, classificada como conservacionista por excluir o ser humano, representa uma oportunidade desvalorizada: um conceito universal é ensinado através de um exemplo não-marinho, reforçando o viés de águas continentais na educação e a invisibilidade do oceano.

Essa tendência não é um caso isolado, mas um padrão que se aprofunda no infográfico sobre o fluxo de energia, apresentado páginas depois. Novamente, um ecossistema de água doce (com lontras e jacarés) é escolhido, consolidando o viés. Mais grave, porém, é a omissão de conceitos socioambientais cruciais que poderiam ser explicados ali. O diagrama seria o local ideal para ensinar sobre a bioacumulação de poluentes (como o mercúrio) nos predadores de topo – além das consequências para os seres humanos, como desenvolvimento de doenças- (Kapepa, 2020), ou os efeitos de uma cascata trófica causada pela sobrepesca de um dos níveis da teia.

Portanto, a abordagem conservacionista nos dois trechos do livro, com seu recorrente viés de águas continentais, resulta em uma educação superficial. Ela não apenas deixa de promover uma cultura oceânica, ao evitar exemplos marinhos, mas também falha em promover uma compreensão crítica da ecologia real, ao apresentar sistemas naturais como intocados e desconectados das pressões e impactos da sociedade humana.

6.4.3 Origens

No presente volume foram encontrados 3 trechos vinculados à categoria de ecossistemas oceânicos. O primeiro deles aborda que:

Uma série de fatores foram importantes para o desenvolvimento da vida na Terra. Mas para muitos cientistas, a existência de água líquida é a condição mais importante para possibilitar a existência de vida. A presença de água líquida e as condições que a permitam existir nesse estado físico são utilizadas como parâmetros para a definição de zonas habitáveis. A zona habitável de um sistema planetário, portanto, é a região ao redor de uma estrela cuja radiação emitida permita temperaturas suficientes para que a água seja encontrada no estado líquido. Nesse sentido, os planetas localizados em zonas habitáveis podem conter água líquida, e, conseqüentemente, abrigar vida (Godoy; Dell’Agnolo; Melo, 2020c, p. 90).

O trecho destaca a importância da água líquida como condição essencial para o surgimento e manutenção da vida, sendo considerada por cientistas o fator primordial para a

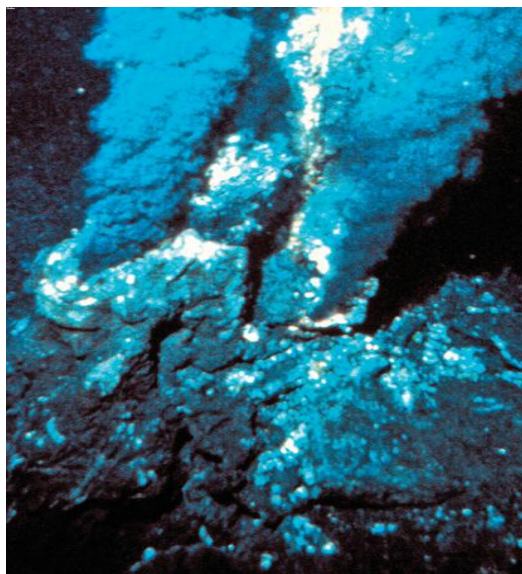
definição de zonas habitáveis em sistemas planetários. Essa abordagem pode ser associada à categoria de Ecossistemas Oceânicos, pois, ainda que não trate diretamente dos ambientes marinhos, reforça a compreensão da água como elemento estruturante da vida, o que se relaciona com a relevância dos oceanos para a biodiversidade terrestre e marinha. Além disso, insere-se nos âmbitos biológico-ecológico, ao explicar a ligação entre água e vida, e evolutivo, ao remeter às condições que possibilitaram a origem da vida no planeta.

O texto apenas explica cientificamente o papel da água líquida como condição fundamental para a vida, situando-se no campo da EA conservacionista em sentido introdutório, porque valoriza a água como elemento vital, mas sem trazer discussões críticas ou pragmáticas. Embora limitado a uma dimensão explicativa, esse tipo de abordagem é importante para fornecer bases conceituais que auxiliam na compreensão dos ecossistemas terrestres e marinhos. Ampliado em uma perspectiva crítica, o tema poderia dialogar com debates sobre a gestão da água como recurso vital e com a conservação dos oceanos, fortalecendo conexões com os ODS, em especial o ODS 14, que ressalta a importância da vida na água para a manutenção da vida no planeta, porém não o faz.

Os seguintes trechos foram encontrados na temática ‘Origem da vida na Terra’ e serão analisados conjuntamente:

Parte dos cientistas acredita que essas redes metabólicas teriam se formado em aberturas similares às fontes hidrotermais localizadas no fundo dos oceanos. Atualmente, diversos seres vivos, como bactérias, crustáceos, anelídeos, entre outros, são encontrados vivendo ao redor das fontes hidrotermais, utilizando compostos aí presentes como fonte principal de energia. Assim, a ideia de que o metabolismo veio primeiro é sustentada pelo fato de que antes de se reproduzir, um organismo vivo precisa ser autossustentável, isto é, capaz de se manter vivo. Isso é possível devido às reações do metabolismo (Godoy; Dell’Agnolo; Melo, 2020c, p. 99).

Figura 38. Fonte hidrotermal, localizada no Oceano Atlântico



Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020c, p. 99)

Ainda não se sabe qual teria sido a origem do primeiro ser vivo, tampouco como as primeiras células teriam se formado. No entanto, as mais antigas evidências de vida em nosso planeta datam 3,5 bilhões de anos atrás. No caso, essas evidências são os estromatólitos, rochas sedimentares produzidas pela atividade de seres procariontes primitivos. Isso significa que, possivelmente, a vida teria surgido muito antes dessa data. Os estromatólitos sugerem que as células procarióticas já estariam presentes na superfície do planeta há 3,5 bilhões de anos. Estudos apontam que as células eucarióticas tenham surgido por volta de 1,8 bilhões de anos, a partir de uma célula procariótica ancestral (Godoy; Dell'Agnolo; Melo, 2020c, p. 101).

Figura 39. Estromatólitos

Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020c, p. 99)

Figura 40. Informações sobre células procarióticas e sua evolução

Saiba mais

As **células procarióticas** possuem material genético disperso no citoplasma e não apresentam estruturas membranosas em seu interior, como cloroplastos e mitocôndrias. Atualmente, são representadas pelas bactérias e pelas arqueas. As **células eucarióticas** possuem material genético organizado no interior de um núcleo e apresentam estruturas membranosas em seu interior, como os cloroplastos e as mitocôndrias. Atualmente, são representadas por protozoários, algas e fungos unicelulares, além de formarem o corpo de algas e de fungos pluricelulares, de plantas e de animais.

Fonte: Godoy; Dell'Agnolo; Melo (2020c, p. 99)

Os dois trechos apresentados respectivamente nos tópicos de "O metabolismo veio primeiro" e "Evolução das células", formam um bloco conceitual que se enquadram na categoria temática de Ecossistemas Oceânicos. Juntos, eles constroem uma narrativa científica que posiciona o oceano como o palco central e indispensável para a origem e a primeira grande proliferação da vida na Terra. O primeiro trecho aponta para as fontes hidrotermais no fundo do oceano como o possível berço do metabolismo, enquanto o segundo aponta para os mares rasos como o ambiente onde as primeiras células organizadas (procariontes) deixaram suas marcas na forma de estromatólitos. O âmbito da explicação é biológico-ecológico e evolutivo, mergulhando em conceitos de bioquímica, paleontologia, biologia celular e evolução. A abordagem da educação ambiental resultante é uma fusão da pragmática, pelo seu caráter informativo e científico, com a conservacionista, pelo forte senso de assombro e valorização que evoca ao tratar de um tema tão fundamental como a origem da vida e ao mostrar imagens de fósseis vivos como os estromatólitos.

A análise desta abordagem revela como o livro didático utiliza a narrativa da origem da vida para construir uma visão específica sobre o oceano. O oceano é enquadrado aqui não como um ecossistema contemporâneo e ameaçado, mas como um palco primordial e histórico. Ele é o 'berço da vida', um ambiente de um passado distante e quase mítico, onde ocorreram os eventos extraordinários que deram início a tudo. Essa perspectiva, embora cientificamente fascinante e pedagogicamente poderosa para gerar interesse, corre o risco de descontextualizar o oceano da realidade presente.

A problemática reside na desconexão entre o oceano do passado e o oceano do presente. Os trechos fazem um excelente trabalho ao destacar a importância das fontes hidrotermais e dos mares rasos há 3,5 bilhões de anos, mas falham em criar uma ponte para a importância e a vulnerabilidade desses mesmos ecossistemas hoje. A narrativa poderia ser usada para um propósito de conservação muito mais forte, por exemplo, explicando que as fontes hidrotermais, esse possível berço da vida, hoje estão ameaçadas pela mineração em alto-mar (Furiati, 2022), ou que os ecossistemas costeiros que ainda abrigam estromatólitos são frágeis e impactados pela poluição e pelas mudanças climáticas.

Ao omitir essa conexão, a educação ambiental resultante promove uma apreciação passiva e histórica do oceano. O discente aprende a reverenciar o oceano como nosso ancestral, como um capítulo em um livro de história natural, mas não é necessariamente levado a vê-lo como um sistema vivo e presente que exige responsabilidade e ação imediatas. A abordagem inspira admiração pela origem da vida, mas se perde ao não transformar essa admiração em

uma consciência crítica sobre a necessidade de proteger os ecossistemas marinhos que continuam a sustentar a vida hoje, amanhã e futuramente.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise empreendida nesta dissertação permitiu uma avaliação aprofundada da coleção didática de Ciências da Natureza, distribuída na rede pública de ensino, no que tange à abordagem da Biodiversidade Marinha, à incorporação da Educação Ambiental e ao seu diálogo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. As conclusões a seguir caracterizam o material didático em si, evidenciando suas potencialidades, mas sobretudo suas limitações.

Quanto à abordagem da Biodiversidade Marinha, a coleção demonstra uma perspectiva predominantemente generalista e descontextualizada. A escolha editorial de focar em exemplos de megafauna carismática, conteúdos com viés em sua maioria terrestre e a falta de discussões sociais, políticas e econômicas, resultam em uma lacuna significativa: a quase completa ausência de ecossistemas marinhos e costeiros de grande relevância socioambiental para o litoral brasileiro, com exceção de algumas representações de biomas como o pantanal e ecossistemas de manguezais, por meio de âmbitos predominante biológico-ecológico, conservacionista, evolutivo e econômico. O material negligencia a biodiversidade regional e local, o que o torna distante da realidade de inúmeros estudantes, caso não seja trabalhado com criticidade pelo docente em sala de aula. Ao tratar das ameaças ambientais de forma superficial (com raras exceções de uma abordagem emancipatória e transformadora na análise dos trechos), a coleção apresenta uma visão parcial e, por vezes, distante dos reais e complexos conflitos socioambientais que impactam as zonas costeiras. Trata-se, portanto, de um material que traz alguns contextos que envolvem a biodiversidade marinha, mas não discute de forma direta os princípios da década do oceano e os objetivos de desenvolvimento sustentável, bem como não incentiva em conectar o aluno ao seu entorno e em promover um senso de pertencimento e relevância local.

Quanto às Concepções de Educação Ambiental (EA), a coleção filia-se de maneira clara a uma corrente predominantemente de EA pragmática e conservacionista. Essas concepções materializam-se em seções apartadas do conteúdo principal, mas também ao final dos capítulos e em atividades que funcionam como apêndices ou dicas. O discurso dos livros tende a enfatizar a responsabilidade individual e a mudança de hábitos pessoais (não jogar lixo, economizar água etc.), sem avançar para uma discussão crítica sobre as causas estruturais da degradação

ambiental, como os modelos de produção e consumo, as políticas públicas e os interesses econômicos, fatos recorrentes em muitos trechos da coleção. Dessa forma, a coleção promove um modelo de EA que, embora bem-intencionado, é insuficiente para a formação de uma cidadania crítica, emancipatória e transformadora, mantendo a problemática ambiental como uma questão de ordem privada e não como um tema político e coletivo.

Quanto ao Diálogo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), os volumes analisados, em sua minoria (como o volume Ciência, Sociedade e Ambiente), apresentam imagens e textos que evidenciam os impactos visíveis do lixo nos oceanos - como o acúmulo de plásticos, os danos à fauna marinha e a degradação de ecossistemas. Esse tipo de conteúdo contribui para tornar o problema mais próximo da realidade dos estudantes, despertando o olhar para as consequências diretas das ações humanas no ambiente marinho, porém, não acontece de forma satisfatória e equilibrada na coleção. Em alguns trechos, há a tentativa de promover uma atitude de cuidado e responsabilidade ambiental, mesmo que de forma ainda incipiente.

Porém, a coleção por si só, demonstra que o diálogo com a Agenda 2030 e seus ODS não foram abrangentes. Apesar da clara pertinência temática, o material não oportuniza muitas conexões explicitamente em seus conteúdos com os ODS, como por exemplo o ODS 14, uma ferramenta pedagógica poderosa para contextualizar a importância global dos oceanos. A articulação com outros ODS interdependentes – como o ODS 4 (Educação de Qualidade), ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) – é uma potencialidade completamente quase inexplorada pelo material. Isso demonstra que a coleção, embora contemporânea em sua publicação, ainda não integrou plenamente as agendas globais de sustentabilidade em sua estrutura pedagógica, apresentando-se como um recurso desalinhado das discussões mais atuais sobre educação para o desenvolvimento sustentável.

Em síntese, a coleção didática analisada, embora cumpra seu papel curricular básico de apresentar conceitos das Ciências da Natureza, revela-se uma ferramenta com limitações significativas. Ela promove uma visão de ciência distante da realidade socioambiental dos alunos, adota uma abordagem de Educação Ambiental mais normativa do que crítica e ignora o potencial pedagógico de agendas globais como os ODS e a Década do Oceano. Como resultado, a coleção subaproveita seu potencial para fomentar o letramento oceânico e para formar estudantes capazes de compreender e atuar de forma consciente e crítica nos complexos desafios do nosso tempo.

Essa desconexão entre o conteúdo didático e a realidade socioambiental evidencia uma falha em reconhecer que o meio ambiente é uma construção indissociável da cultura e da

sociedade. Ao negligenciar os ecossistemas costeiros brasileiros, o material didático apaga não apenas a biodiversidade, mas também as complexas relações que as comunidades tradicionais (como os caiçaras, pescadores artesanais, quilombolas e povos originários) estabelecem com esses territórios. A cultura dessas populações, seus saberes ancestrais, sua segurança alimentar e sua própria identidade estão intrinsecamente ligados à saúde dos manguezais, restingas e recifes. Uma abordagem pedagógica que ignora essa dimensão socioambiental reforça uma visão de natureza intocada e apartada do ser humano, falhando em preparar o aluno para compreender os conflitos reais que envolvem justiça ambiental, direitos territoriais e a valorização da sociodiversidade como pilar para a conservação da biodiversidade.

Ademais, a abordagem fragmentada dos problemas ambientais oculta a centralidade do ser humano como agente e receptor no complexo sistema da Saúde Única, paradigma que preconiza a interdependência entre a saúde humana, a saúde animal e o equilíbrio ambiental. A poluição marinha por plásticos, esgoto e por outros tipos de contaminações, tratada de forma superficial na coleção, não é apenas uma ameaça à fauna marinha; é uma grave questão de Saúde Pública. Microplásticos contaminam a cadeia alimentar que chega à mesa das famílias, e a degradação de ecossistemas costeiros aumenta a vulnerabilidade de populações a eventos climáticos extremos e à proliferação de doenças. Enfatizar o papel humano é, portanto, crucial: não apenas como responsável pela degradação, mas como protagonista na construção de soluções e como principal beneficiário de um ambiente saudável. A formação de cidadãos sensibilizados passa por compreender que a proteção dos oceanos é, em última instância, um ato de promoção da saúde coletiva e de garantia do próprio bem-estar.

Diante do exposto, os resultados desta pesquisa revelam a necessidade de fortalecer a presença da Educação Ambiental Crítica nos materiais didáticos, especialmente no que tange à biodiversidade marinha e aos desafios relacionados à vida nos oceanos. Recomenda-se que futuras produções didáticas e, sobretudo, os futuros PNLD possam aprimorar e guiar editoras e produtores de livros didáticos, por meio de seus editais, projetos integradores e transversais para que envolvam também a vida marinha, de forma mais específica.

Também, que por meio da prática docente em sala de aula, possa ser buscado ativamente superar tais lacunas, a fim de oferecer uma educação científica verdadeiramente relevante que permeiam a educação ambiental crítica, bem como a promoção da década do oceano por meio da cultura oceânica. Mais do que orientar, é preciso oferecer uma educação científica pertinente e engajada, que desafie os estudantes a assumirem um papel ativo na construção de alternativas sustentáveis, consolidando uma prática educativa transformadora e comprometida com a vida no planeta.

REFERÊNCIAS

- ABREU, E. F. *et al.* **Lista de Mamíferos do Brasil (2024-1)** [conjunto de dados]. Zenodo, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14536925>. Acesso em: 17 abr. 2025.
- ADORNO, T.W. **Educação e emancipação**. 2. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2000.
- AGÊNCIA FAPESP. **Número de espécies descritas na costa brasileira pode chegar a 13 mil**. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/numero-de-especies-descritas-na-costa-brasileira-pode-chegar-a-13-mil/18118>. Acesso em: 6 dez. 2024.
- AIRES, U. R. V. *et al.* Changes in land use and land cover as a result of the failure of a mining tailings dam in Mariana, MG, Brazil. **Land Use Policy**, v. 70, p. 63–70, 2018.
- ALBINO, Â. C. A.; DA SILVA, A. F. BNCC e BNC da formação de professores: repensando a formação por competências. **Retratos da Escola**, v. 13, n. 25, p. 137–153, 2019.
- ALBUQUERQUE, T. **Avaliação do impacto do branqueamento no potencial construtor de uma comunidade de corais**. 2014. 20 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.
- ANDRADE, M. C; PICCININI, C.L. Educação Ambiental na Base Nacional Comum Curricular: retrocessos e contradições e o apagamento do debate socioambiental. **Encontro Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 9, p. 1-13, 2017.
- ANGERMEIER, P. L.; KARR, J. R. Biological Integrity versus Policy Diversity as Biological Directives: protecting biotic resources. **Protecting Biotic Resources**, 1994. Disponível em: <https://biofund.org.mz/wp-content/uploads/2018/11/F1274.Biological-Integrity-Versus-Biological-Diversity-As-Policy-Directives.pdf>. Acesso em: 2 jan. 2025.
- ANPAE – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE POLÍTICAS E ADMINISTRAÇÃO DA EDUCAÇÃO. **A BNCC na contramão do PNE 2014-2024: avaliação e perspectivas**. Org.: Márcia Angela da S. Aguiar; Luiz Fernandes Dourado. Recife: ANPAE, 2018. e-Book.
- ASSOCIAÇÃO MARBRASIL. **O Mar e Nós**. 2022. Disponível em: https://marbrasil.org/rebimar/wp-content/uploads/2022/05/CARTILHA_OMareNos_Finalizada-1.pdf. Acesso em: 9 dez. 2024.
- ASSOCIAÇÃO MARBRASIL. **Olhares sobre a biodiversidade marinha do Paraná**. Org.: Robin Hilbert Loose. Pontal do Paraná, PR: Associação MarBrasil, 2019.
- AUGUSTINHO, L.F; DE FREITAS, R.R. Atividade pesqueira na bacia do Rio Doce e o rompimento da barragem de Fundão: um olhar sobre os impactos negativos observados. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, p. e024034-e024034, 2024.
- BANDINI, B. *et al.* Desastre Ambiental da Barragem de Fundão, MG – Análise de impactos socioambientais. **Revista Internacional de Ciências**, v. 9, n. 3, 2019.

BARBOSA, G.; DE OLIVEIRA, C. T. Educação ambiental na Base Nacional Comum Curricular. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 37, n. 1, p. 323–335, 2020. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/issue/view/752>. Acesso em: 10 nov. 2023.

BARCELOS, L. M. D. O impacto dos plásticos nos oceanos. **Pingo Lava**, v. 40, p. 43–46, 2016.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 5. ed. Lisboa: Edições 70, 2020. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro.

BARDON, A. **O oceano: hora de virar a maré**: um estado de emergência. Um estado de emergência. 2021. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375277_por. Acesso em: 01. jun. 2025.

BARROS, Y. N. **Mudanças ambientais e recifes tropicais urbanos: branqueamento de corais resistentes, algas filamentosas e sedimentos**. 2019. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

BARONE, J. **Livros didáticos de matemática da editora FTD no cenário brasileiro: as primeiras décadas do século XX**. São Paulo: Universidade de Campinas. Dissertação de Mestrado na área de Educação, 2008.

BATISTA, B.M.F.; SÁNCHEZ, D.C.M.; SILVA, J.V.; MARTINEZ, D.T.; PASA, M.C. Revisão dos Impactos Ambientais Gerados na Fase de Instalação das Hidrelétricas: uma análise da Sub-Bacia do Alto Juruena - MT. **Biodiversidade**, v.11, n.1, p.69-85, 2012

BAYMA, A. P. *et al.* **Biodiversidade**. 2021. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1146069/1/Capitulo-4-Biodiversidade.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2025.

BEHREND, D.M; COUSIN, C. S; GALIAZZI, M. C. Bse nacional comum curricular: o que se mostra de referência à educação ambiental?. **Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental**, v. 23, n. 2, p. 74-89, 2018.

BENEDETTI, E. Água fonte da vida – considerações. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 18, n. 1, p. 1–5, 2013.

BERCHEZ, F. *et al.* Projeto trilha subaquática: sugestão de diretrizes para a criação de modelos de educação ambiental em unidades de conservação ligadas a ecossistemas marinhos. **OLAM: Ciência & Tecnologia**, v. 7, n. 2, 2007.

BERGER, M. C. B. **O serviço social e as tramas do fetiche do desenvolvimento sustentável na particularidade do setor elétrico na Amazônia Legal**: “velhas” e “novas” demandas profissionais. 2018. 270 folhas. Tese (PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICAS PÚBLICAS/CCSO) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís.

BERMANN, C. Impasses e Controvérsias da Hidreletricidade. **Estudos Avançados**, v.21, n.59, p.139-153, 2007.

BITTENCOURT, C. M. F. **Ensino de história: fundamentos e métodos**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

BOLLMANN, M. *et al.* **World Ocean Review: living with the oceans**. 2010. Disponível em: https://oceanrep.geomar.de/id/eprint/22086/1/WOR1_english.pdf. Acesso em: 15 nov. 2023.

BOTERO, J. B. *et al.* **Lista de peixes continentais do Ceará**. Fortaleza: Secretaria do Meio Ambiente do Ceará, 2021. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/fauna-do-ceara/peixes/>. Acesso em: 5 jan. 2025.

BURKE, L. *et al.* **Pilot Analysis of Global Ecosystems: Coastal Ecosystems**. Washington, D.C.: World Resources Institute, 2001.

BRAUN, J. C. **A educação ambiental na última versão da Base Nacional Comum Curricular para o ensino médio**. 2020. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/622>. Acesso em: 11 nov. 2023.

BRASIL. Constituição (2024). **Lei nº 14.945**, de 31 de julho de 2024. 147. ed. Brasília, 01 ago. 2024. Seção 1. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.945-de-31-de-julho-de-2024-575696390>. Acesso em: 25 fev. 2025.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Política Nacional de Educação Ambiental. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 abr. 1999. Seção 1, p. 1–3. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso em: 18 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Base Nacional Comum Curricular – Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 10 nov. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Proposta de Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental**. [S. l.]: MEC, [s.d.]. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao13.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular – Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Proposta curricular para a Educação de Jovens e Adultos: segundo segmento do Ensino Fundamental – 5ª a 8ª séries**. Brasília: MEC/SEF, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **5º Relatório Nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica**. [S. l.]: MMA, [s.d.]. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/portaleducacaoambiental/sites/11/2024/07/5_RELATORIO_NACIONAL_DO_BRASIL_PARA_A_CONVENCAO SOBRE_DIVERSIDADE_BIOLOGICA.pdf. Acesso em: 28 dez. 2024.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: MRE, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mre/pt-br/assuntos/desenvolvimento-sustentavel-e-meio-ambiente/desenvolvimento-sustentavel/agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 10 nov. 2023.

BRITANNICA, The Editors of Encyclopaedia. William Beebe. **Encyclopedia Britannica**, 2024. Disponível em: <https://www.britannica.com/biography/William-Beebe>. Acesso em: 7 dez. 2024.

BRYMAN, A. **Social research methods**. Oxford: Oxford University Press, 2015.

CARDINALE, B. J. *et al.* Effects of biodiversity on the functioning of trophic groups and ecosystems. **Nature**, v. 443, n. 7114, p. 989–992, 2006.

CARDOSO, M. R. G.; DE OLIVEIRA, G. S.; GHELLI, K. G. M. Análise de conteúdo: uma metodologia de pesquisa qualitativa. **Cadernos da FUCAMP**, v. 20, n. 43, 2021.

CARICCHIO, C. **Gerenciamento costeiro: marismas**. *Marismas*, 2020. Universidade Federal da Bahia. Disponível em: <http://zonacosteira.bio.ufba.br/marismas.html>. Acesso em: 16 jan. 2025.

CARVALHO, C. S. *et al.* **Parâmetros Curriculares Nacionais e Base Nacional Comum Curricular: desaparece um com o surgimento do outro?**. 2018. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO_EV117_MD1_SA2_ID_3225_09072018132713.pdf. Acesso em: 20 fev. 2025.

CARVALHO, R. V.; SILVA, K. G.; CRIVELLARO, C. V. L. Gestão ambiental de dunas costeiras: manejo e conservação. **Manejo e conservação**, 2008. Disponível em: <https://projetonema.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/07/dunas.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2025.

CENTRO de Educação Superior a Distância (CESAD). **Biodiversidade e conservação**. 2021. Elaborada pela Universidade Federal do Sergipe. Disponível em: https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/10495627032014Biogeografia_Aula_9.pdf. Acesso em: 02 jan. 2025.

COELHO, F.T. *et al.* O desafio da educação ambiental crítica na educação e no trabalho do campo. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e26177-28, 2021.

CONCEIÇÃO, A. R.; LORENZETTI, L. O enfoque investigativo nos livros didáticos de Ciências da Natureza (PNLD 2021). **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 19, n. 42, p. 194-210, 2023.

COOLEY, S; POWELL HAUKE, L. K.; DONEY, S. C. **Ocean acidification's potential to alter global marine ecosystem services**. 2009. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/24861033>. Acesso em: 16 nov. 2023.

COOLEY, S. *et al.* **Chapter 3: Oceans and coastal ecosystems and their services**. In: CLIMATE CHANGE: impacts, adaptation and vulnerability. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

COSTA, A.P.L. *et al.* A Década dos Oceanos: conhecendo as praias de Natal/RN. 2023. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/geoconexoes/article/download/14696/3510/36883>. Acesso em: 05 dez. 2023.

COSTA, C.A; LOUREIRO, C.F. Educação Ambiental crítica e conflitos ambientais: reflexões à luz da América Latina. **Revista e-Curriculum**, v. 22, 2024.

COSTA, H. C.; GUEDES, T. B.; BÉRNILS, R. S. **Herpetologia brasileira**: lista de répteis do Brasil: padrões e tendências. 2021. Disponível em: <https://zenodo.org/records/5838950>. Acesso em: 05 jan. 2025.

COSTA, R. L. *et al.* **Fostering ocean-literate generations**: the Portuguese Blue School. In: OCEAN LITERACY: understanding the ocean. p. 241–273, 2021.

CORRÊA, I. C.S. **Morfologia do ambiente marinho**. Porto Alegre: CECO/PGGM/IGEO/UFRGS, 2021. Edição do autor. E-book. ISBN: 978-65-00-16547-0.

COTTON, D.; WINTER, J. 'It's not just bits of paper and light bulbs': a review of sustainability pedagogies and their potential for use in higher education. In: **SUSTAINABILITY EDUCATION**, p. 39–54, 2010.

CUSTÓDIO, D. *et al.* Usinas hidrelétricas e seus impactos ambientais. **Anais da Exposição Anual de Tecnologia, Educação, Cultura, Ciências e Arte do Instituto Federal de São Paulo-Câmpus Guarulhos**, v. 2, 2022.

DA COSTA LIMA, Gustavo Ferreira. **Formação e dinâmica do campo da educação ambiental no Brasil**: emergência, identidades, desafios. 2005. Tese de Doutorado. [sn].

DA ROSA, L.S; MACKEDANZ, L.F. A análise temática como metodologia na pesquisa qualitativa em educação em ciências. **Atos de Pesquisa em Educação**, v. 16, p. e8574-e8574, 2021.

DA SILVA, M.R; DE CAMPOS, A.C.E; BOHM, F.Z. Agrotóxicos e seus impactos sobre ecossistemas aquáticos continentais. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, v. 8, n. 2, 2013.

DA SILVA, A.P; DA SILVA, J.B; ARAÚJO, E. D. S. Marisma, Manguezal (Mangue e Apicum): Ecossistemas de Transição Terra-Mar do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 2, p. 727-742, 2020.

DA SILVA, L. H. V.; DE BENEDICTO, S.C. **Desenvolvimento Sustentável**: certeza em meio às incertezas. 2019.

DA SILVA, M. F. S.; MACHADO, C. R. S. A Agroecologia e a Educação Ambiental transformadora: Uma leitura para além das mudanças nas técnicas de produção agrícola. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 119-129, 2015.

DE OLIVEIRA, T.M.R; POLIZELI, R.C.A; SIMOKOMAKI, K. O ensino médio: Desafios e possibilidades após a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **LUMEN ET VIRTUS**, v. 15, n. 38, p. 1556-1572, 2024.

DE OLIVEIRA, B. A. *et al.* Desenvolvimento de sabão líquido ecológico com propriedades coagulantes para purificação de águas residuais de manejo de suínos e sua aplicabilidade junto à comunidade. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e406101018006-e406101018006, 2021.

DE TONI, K. R. de.; FONSECA, A. L. D. O.; KOEPPE, C. H. B.; CREMER, M. J. O espaço escolar e seu potencial de desenvolvimento da Educação Ambiental marinha e costeira: a visão da supervisão escolar. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 438–460, 2023.

DEUTSCH, C.; PENN, J. L.; LUCEY, N. Climate, Oxygen, and the Future of Marine Biodiversity. **Annual Review of Marine Science**, v. 16, n. 1, 14 set. 2023.

DEMO, P. **Pesquisa: princípio científico e educativo**. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. 9. ed. Campinas: Autores Associados, 2011.

DONEY, S. C. *et al.* Climate change impacts on marine ecosystems. **Annual Review of Marine Science**, v. 4, p. 11–37, 2012. doi: 10.1146/annurev-marine-041911-111611. PMID: 22457967.

DROMGOOL-REGAN, C.; McCLOUGHLIN, T. J. J.; BURKE, N. Holding back the tide: ocean literacy of primary school trainee teachers. In: **Proceedings from the European Marine Science Educators Association Annual Conference**, 2016.

ECOS, 123. **Zonas Entremarés – O Que São, Características e Importância**. 2024. ICMBio. Disponível em: <https://123ecos.com.br/docs/zonas-entremares/>. Acesso em: 05 jan. 2025.

EFFTING, T.R. **Educação ambiental nas escolas públicas: realidade e desafios**. 2007. Disponível em: <https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/pdf/autoresind/EducacaoAmbientaNasEscolasPublicasRealidadeEDesafios.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2023.

ERIKSEN, M. *et al.* Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. **PLOS ONE**, v. 9, n. 12, p. e111913, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>. Acesso em: 17 abr. 2025.

EUZEBIO, C. S. RANGEL, G. S; MARQUES, R.C. Derramamento de petróleo e seus impactos no ambiente e na saúde humana. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 52, p. 79-98, 2019.

EVIDEVE. **4 biólogos marinhos que também foram mergulhadores importantes**. 2018. Disponível em: <https://www.evidive.com.br/biologos-marinhos/>. Acesso em: 07 dez. 2024.

FAGUNDES, L. M.; MISSIO, E. Resíduos plásticos nos oceanos: ameaça à fauna marinha / Plastic residues in the oceans: threat to marine wildlife. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 2396–2401, 2019. DOI: 10.34117/bjdv5n3-1287. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/1287>. Acesso em: 15 abr. 2025.

FAN, H. *et al.* Conservation priorities for global marine biodiversity across multiple dimensions. **National Science Review**, v. 10, n. 6, 2022. Disponível em: <https://academic.oup.com/nsr/article/10/6/nwac241/6783180?login=false>. Acesso em: 07 dez. 2024.

FAITH, D.P. Conservation evaluation and phylogenetic diversity. **Biological conservation**, v. 61, n. 1, p. 1-10, 1992.

FIGUEIREDO, R. A. de; SILVA, P. R. da. Aconselhamento filosófico aplicado à Educação Ambiental e agroecologia. **Revista Educação, Cultura e Sociedade**, Sinop, v. 8, n. 2, p. 429 – 440, 2018.

FURIATI, A. A. **Mineração no mar territorial brasileiro: limites e perspectivas normativos para a compatibilização com a proteção do ambiente costeiro**. 2022. 176 f., il. Dissertação (Mestrado em Direito) — Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

ERENHOF, H. A. Métodos qualitativos de pesquisa: de dados à informação ao conhecimento; formando pesquisadores. **International Journal of Knowledge Engineering and Management (IJKEM)**, Santa Catarina, v. 7, n. 19, p. 1-11, 28 fev. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/ijkem/article/view/81602>. Acesso em: 21 mar. 2025.

FERREIRA, M; LOGUERCIO, R. Q.. A análise de conteúdo como estratégia de pesquisa interpretativa em educação em ciências. **REVELLI – Revista de Educação, Língua e Literatura, Inhumas, GO**, v. 6, n. 2, p. 33-49, out. 2014.

FLORA E FUNGA. In: **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB128461>. Acesso em: 11 jan. 2025.

FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre, RS: Bookman, 2004.

FRANCO, J. L. A. O conceito de biodiversidade e a história da biologia da conservação: da preservação da Wilderness à conservação da biodiversidade. **História (São Paulo)**, v. 32, n. 2, p. 21–48, dez. 2013.

FRANKHAM, R. **Introduction to conservation genetics**. Cambridge University Press, 2002.

GHILARDI-LOPES, N. P. *et al.* Oceano como tema interdisciplinar na educação básica brasileira. **Ambiente & Sociedade**, v. 26, p. e0134, 2023.

GIANNETTI, B; ALMEIDA, C; BONILLA, S. **A ecologia industrial dentro do contexto empresarial**. 2007. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5378847/mod_resource/content/1/2007_Banas_ecoi ndlemp.pdf. Acesso em: 15 nov. 2023.

GIESE, Eduarda; MACENO, Nicole Glock. Temática Oceano em Livros Didáticos de Projetos Integradores da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias: Primeiras Impressões. **Encontro de Educação em Ciências e Matemática (EEdCM)**, V, 2022.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GLASSON, J. H.; KINLEY, R. D.; DE NYS, R.; et al. Reducing methane emissions from ruminants using the red seaweed *Asparagopsis* spp. **Animal Production Science**, v. 62, p. 1036-1046, 2022.

GODOY, Leandro; DELL'AGNOLO, Rosana Maria; MELO, Wolney C. **Multiversos - Ciências da Natureza: matéria, energia e vida**. v. 1. São Paulo: FTD, 2020a.

GODOY, Leandro; DELL'AGNOLO, Rosana Maria; MELO, Wolney C. **Multiversos - Ciências da Natureza: Eletricidade na sociedade e na vida**. v. 3. São Paulo: FTD, 2020b.

GODOY, Leandro; DELL'AGNOLO, Rosana Maria; MELO, Wolney C. **Multiversos - Ciências da Natureza: origens**. v. 4. São Paulo: FTD, 2020c.

GODOY, Leandro; DELL'AGNOLO, Rosana Maria; MELO, Wolney C. **Multiversos - Ciências da Natureza: Ciência, Sociedade e Ambiente**. v. 5. São Paulo: FTD, 2020d.

GODOY, Leandro; DELL'AGNOLO, Rosana Maria; MELO, Wolney C. **Multiversos - Ciências da Natureza: ciência, tecnologia e cidadania**. v. 6. São Paulo: FTD, 2020e.

GONÇALVES, R.; LAVOR, O. P.; GOMES OLIVEIRA, E. A. Ensino de física no ensino médio: análise das determinações da BNCC. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 10, n. 25, p. 330–345, 2022.

GUERRA, M. B. B. et al. Post-catastrophe analysis of the Fundão Tailings dam failure in the Doce River system, Southeast Brazil: Potentially toxic elements in affected soils. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 228, p. 1-12, 2017.

GUIMARÃES, M. **A formação de educadores ambientais**. 3º edição. São Paulo: Papirus, 2004.

GUTIERREZ, M.B. G. P. S. As Mudanças climáticas e seus impactos sobre o setor de energia elétrica no Brasil: a necessidade de aprimorar o planejamento energético. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Brasília, n. 33, p. 111-119, dez. 2024.

GRACIANO, D. E. **DESASTRES AMBIENTAIS – TUTELA JURÍDICA BRASILEIRA E MEDIDAS PREVENTIVAS**. Monografia apresentado ao Núcleo de Trabalho de Curso da UniEvangélica, como exigência parcial para a obtenção do grau de bacharel em Direito, ANÁPOLIS – 2019. Disponível em: <http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/8603/1/TCC%20Divino%20%281%29.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2025.

HADDAD, Célio F. B. **Uma Análise da Lista Brasileira de Anfíbios Ameaçados de Extinção**. 2021. ICMBio. Disponível em:

https://ava.icmbio.gov.br/pluginfile.php/108/mod_data/content/2344/Anfibios.pdf. Acesso em: 05 jan. 2025.

HARLEY, C. D. G. *et al.* The impacts of climate change in coastal marine systems. **Ecology letters**, v. 9, n. 2, p. 228-241, 2006.

HARTLEY, B. L. *et al.* Turning the tide on trash: Empowering European educators and school students to tackle marine litter. **Marine Policy**, v. 96, p. 227-234, 2018.

HE, Q.; SILLIMAN, B. R. Climate change, human impacts, and coastal ecosystems in the Anthropocene. *Current Biology*, v. 29, n. 19, p. R1021–R1035, out. 2019.

HOLSTI, O.R. **Content Analysis for the Social Sciences and Humanities**. Reading, MA: Addison-Wesley. 1969.

HORTA, A; ALEXANDRE, S. Greenwashing na publicidade associada ao consumo de energia e às alterações climáticas. In: **Atas do VII Congresso Português de Sociologia. Sociedade, Crise e Reconfigurações**. Associação Portuguesa de Sociologia, 2012.

IBAMA. **Rompimento da Barragem de Fundão**: documentos relacionados ao desastre da Samarco em Mariana/MG, Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/notas/2020/rompimento-da-barragem-de-fundao-documentos-relacionados-ao-desastre-da-samarco-em-mariana-mg>. Acesso em: 16 abr. 2025.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019. **Biomass e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 11-121.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**: Volume I, 1ª. Edição, Brasília, DF: 492 p, 2018.

ICMBio, 2025. **Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE**. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br/>. Acesso em: 03 de set. de 2025.

INSTITUTO de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM). **Biodiversidade Marinha dos Costões Rochosos de Arraial do Cabo**: Histórico, Ecologia e Conservação. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/349669589_Biodiversidade_Marinha_dos_Costoes_Rochosos_de_Arraial_do_Cabo_Historico_Ecologia_e_Conservacao. Acesso em: 06 dez. 2024.

INTERGOVERNMENTAL OCEANOGRAPHIC COMMISSION. *et al.* **Ocean literacy within the United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable development: a framework for action**. 2021.

JANKOWSKY, M. *et al.* Peixes e pesca na bacia do Rio Doce, uma análise bibliométrica. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 6, n. 8, p. 14-40, 2020.

JOLY, C. A. *et al.* Diagnóstico da pesquisa em biodiversidade no Brasil. **Revista USP**, v. 89, p. 114-133, mar.-maio 2011. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/efdfaf74-c0a8-4953-8c51-72a5cc4adfa7/content>. Acesso em: 07 dez. 2024.

KAPEPA, M. Perfil de contaminação das águas e peixes por metais pesados e suas consequências para a saúde humana: uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Ciências Biomédicas**, v. 1, n. 1, p. 16-16, 2020.

KLIX FREITAS, N; HAAG RODRIGUES, M. O livro didático ao longo do tempo: a forma do conteúdo. **DAPesquisa**, Florianópolis, v. 3, n. 5, p. 300–307, 2019. DOI: 10.5965/1808312903052008300. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/dapesquisa/article/view/15378>. Acesso em: 14 fev. 2025.

KOLCENTI, S. G. R; MÉDICI, M. S; LEÃO, M.F. **Educação Ambiental em escolas públicas de Mato Grosso**. 2020. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap_brasil/article/view/2594/0. Acesso em: 26 mar. 2023.

LAJOLO, M. Livro didático: um (quase) manual de usuário. **Em Aberto**, Brasília, v. 16, n. 69, p. 3-9, 1996.

LAYRARGUES, P.P. A resolução de problemas ambientais locais deve ser um tema-gerador ou a atividade-fim da educação ambiental. **Verde cotidiano: o meio ambiente em discussão, Rio de Janeiro: DP&A**, v. 1, n. 999, p. 1-31, 1999.

LAYRARGUES, P.P.; LIMA, G. F. C.. As macrotenências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, p. 23-40, 2014.

LEAL, C.A. Uma breve análise do objeto 2 do PNLD 2021 no itinerário “Ciências da Natureza e suas Tecnologias”: o que cabe ao ensino de Biologia. In: **XI Encontro Estadual de Didática e Práticas de Ensino, Goiânia**, 2021.

LEFF, Enrique. **La Racionalidad Ambiental y el fin del Naturalismo Dialéctico**. 1999. Disponível em: <https://repositorio.uahurtado.cl/handle/11242/4321>. Acesso em: 28 abr. 2023.

LEITÃO, R. *et al.* Ocean literacy gamified: A systematic evaluation of the effect of game elements on students’ learning experience. **Environmental Education Research**, v. 28, n. 2, p. 276-294, 2022.

LEITE, V.S.M; MEIRELLES, R. M. S.. Perspectivas curriculares sobre a temática gênero e sexualidade no ensino de ciências e biologia: controvérsias no PCN e na BNCC? **Revista Teias**, v. 22, n. ESPECIAL, p. 28-47, 2021.

LINS, E.A.M. *et al.* Análise da qualidade da água de chuva e simulação de possíveis impactos ambientais em laboratório: estudo de caso. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 4, p. 439-448, 2021.

LONGO, L. L.; AMADO FILHO, G. M. O conhecimento da fauna marinha bentônica brasileira através dos tempos. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 3, p. 995-1010, jul.-set. 2014.

LOTZE, H. K. *et al.* Public perceptions of marine threats and protection from around the world. **Ocean & Coastal Management**, v. 152, p. 14-22, 2018.

LOTZE, H. K. Marine biodiversity conservation. **Current Biology**, v. 31, n. 19, p. R1190–R1195, out. 2021.

LUYPAERT, T. *et al.* **Status of Marine Biodiversity in the Anthropocene**. In: JUNGBLUT, S.; LIEBICH, V.; BODE-DALBY, M. (ed.). **YOUMARES 9 - The Oceans: Our Research, Our Future**. Cham: Springer, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-20389-4_4.

MACIEL, C. N. S. **Educação ambiental do/para o mar: análise e intervenção sobre a preservação do ecossistema marinho**. 2019.

MACLAURIN, J; STERELNY, K. **What is biodiversity?**. University of Chicago Press, 2008.

MAIA, B. **Chuva ácida**. 2018. Ciência para Todos, UFMG. Disponível em: <https://www.ufmg.br/ciencianoar/wp-content/uploads/2018/10/CPT-10-9.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2025.

MADUREIRA, M. S. P.; TAGLIANI, P. R. A. **Educação Ambiental Não-Formal em Unidades de Conservação Federais na Zona Costeira Brasileira: Uma Análise Crítica**. Brasília: IBAMA, 1997, p. 1-107.

MAIDA, M.; FERREIRA, B. P. **Coral reefs of Brazil: an overview**. In: *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*, v. 1, p. 263-74, 1997.

MARINEBIO, The Conservation Society. **A History of the Study of Marine Biology**. 2010. Disponível em: <https://www.marinebio.org/creatures/marine-biology/history-of-marine-biology/>. Acesso em: 07 dez. 2024.

MARTINS, G. A.; THEOPHILO, C. R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MANUEL, M.E. Vocational and academic approaches to maritime education and training (MET): Trends, challenges and opportunities. **WMU Journal of Maritime Affairs**, v. 16, p. 473-483, 2017.

MANTOVANI, K.P. **O Programa Nacional do Livro Didático - PNLD: impactos na qualidade do ensino público**. 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. DOI: 10.11606/D.8.2009.tde-24112009-152212. Acesso em: 14 fev. 2025.

MARANHÃO, Secretaria De Estado Da Educação Do Maranhão. **Documento curricular do território maranhense: ensino médio**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/novo-ensino-medio-descontinuado/pdfs/RCSEEMA.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2025.

MARQUES, P.T.F; OLIVEIRA, E.A.G. **BNCC de 2018 e o PNLD 2021: Uma análise a partir da interdisciplinaridade e contextualização**. 2021. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enpec/2023/TRABALHO_COMPLETO_EV181_MD1_ID2384_TB612_10032023153138.pdf. Acesso em: 20 fev. 2025.

MASSELINK, G.; HUGHES, M.; KNIGHT, J. **Introduction to coastal processes and geomorphology**. 2. ed. London: Routledge, 2011. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203785461>.

McHUGH, P. *et al.* **Our Irish Oceans Conversations—Sea Change Irish Conversations Report**. EU Sea Change Project. Galway: Whitaker Institute, NUI Galway, 2016.

MCKINLEY, E; BURDON, D; SHELLOCK, R.J. The evolution of ocean literacy: A new framework for the United Nations Ocean Decade and beyond. **Marine Pollution Bulletin**, v. 186, p. 114467, 2023.

McPHERSON, K.; WRIGHT, T.; TYEDMERS, P. Challenges and prospects to the integration of ocean education into high school science courses in Nova Scotia. **Applied Environmental Education & Communication**, v. 19, n. 2, p. 129-140, 2020.

MEDEIROS, S.C.O. Caracterização das dunas da área de proteção ambiental da barra do rio Mamanguape, Rio Tinto, PB. 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/17153/1/SCOM07062012.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2025.

MEIRA, V. H. **Onda de calor altera mudança de fase em recife de coral**. 2020. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia: Teoria, Aplicação e Valores) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2020. Orientador: Dr. Igor Cristino Silva Cruz; Coorientador: Dr. Francisco Carlos Rocha de Barros Júnior.

MELO, S.C.D; BARBOZA NETTO, N; LIMA, C.B.D. Avanços da análise de conteúdo nas pesquisas em educação. **Revista Diálogo Educacional**, v. 24, n. 80, p. 365-382, 2024.

MENZES, G. D. O; MIRANDA, M.A.M. O lugar da educação ambiental na nova base nacional comum curricular para o ensino médio. **Educação Ambiental em ação**, v. 20, n. 75, 2021.

MENEZES, H; MINILLO, X. Pesquisa e extensão como contribuição da universidade na implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) no Brasil. **Meridiano** 47, v. 18, p. 1-16, 2017. Disponível em: <https://biblat.unam.mx/pt/revista/meridiano-47/articulo/pesquisa-e-extensao-como-contribuicao-da-universidade-na-implementacao-dos-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods-no-brasil>. Acesso em: 09 nov. 2023.

MENÊZES, A.K.M; MARTINS, M.D.F. Conexões entre as temáticas Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), Indicadores de Sustentabilidade e Gestão Municipal Sustentável: Uma revisão sistemática da literatura contemporânea. **Research, Society and Development**, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/15309/13734/198605>. Acesso em: 19 nov. 2023.

MERCER, T. G. *et al.* The use of educational game design and play in higher education to influence sustainable behaviour. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 18, n. 3, p. 359-384, 2017.

MILANÉS, O.A.G; SOUZA, K. R. **Justiça ambiental & racismo ambiental: desafios para a mineração em Minas Gerais.** In: A economia do bem viver e o mundo pluriverso: ferramentas de lutas e resistência para o pós-desenvolvimento no Sul Global. São Paulo: Editora Científica Digital, 2025. p. 49-70.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Elaboração do Plano de Ação em Ciência para Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos.** Brasília: Universidade de Brasília, 2024. Disponível em: https://image-server-ala.s3.amazonaws.com/Publica%C3%A7%C3%B5es%20em%20Biodiversidade%20e%20Meio%20Ambiente/MCTI/Plano_a%C3%A7%C3%A3o_biodiversidade_MCTI_UnB_2024.pdf. Acesso em: 11 jan. 2025.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Decreto nº 9.099, de 18 de julho de 2017.** 2017. Disponível em: <https://www.sinesp.org.br/quem-somos/legis/200-educando/material-escolar/4078-decreto-federal-n-9-099-de-18-07-2017-dispoe-sobre-o-programa-nacional-do-li-vro-e-do-material-didatico>. Acesso em: 20 fev. 2025.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2006. 135 p.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Saiba como funciona a Secretaria de Educação Básica.** 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/2025/janeiro/saiba-como-funciona-a-secretaria-de-educacao-basica>. Acesso em: 12 fev. 2025.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Convenção sobre diversidade biológica.** 1994. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1998/anexos/and2519-98.pdf. Acesso em: 06 dez. 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil.** Brasília: MMA, 2012. Disponível em: https://portalbiblioteca.ufra.edu.br/images/Ebook/engpesca/Panorama_da_Conservao_dos_Ecossistemas_Costeiros_e_Marinhos_no_Brasil.pdf. Acesso em: 11 jan. 2025.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Biodiversidade brasileira.** Brasília: MMA, 2017. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira.html>. Acesso em: 10 dez. 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Recifes de coral.** 2006. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/processo-eletronico/item/397-recifes-de-corais.html#:~:text=No%20Brasil%2C%20os%20recifes%20de,forma%C3%A7%C3%B5es%20recifais%20do%20Atl%C3%A2ntico%20Sul>. Acesso em: 25 jan. 2025.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. **Unidades de conservação costeiras e marinhas.** 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt->

br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/ecossistemas-costeiros-e-marinhos/unidades-de-conservacao-costeiras-e-marinhas. Acesso em: 11 jan. 2025.

MOGIAS, A. *et al.* Evaluating ocean literacy of elementary school students: preliminary results of a cross-cultural study in the Mediterranean Region. **Frontiers in Marine Science**, v. 6, p. 396, 2019.

MOKOS, M; REALDON, G; ZUBAK ČIŽMEK, I. How to increase ocean literacy for future ocean sustainability? The influence of non-formal marine science education. **Sustainability**, v. 12, n. 24, p. 10647, 2020.

MORA, C. *et al.* How many species are there on Earth and in the ocean? **PLOS Biology**, 2011. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.1001127>. Acesso em: 07 dez. 2024.

MOREIRA, A.S *et al.* O esvaziamento das diretrizes curriculares nacionais na Base Nacional Comum Curricular. **Educação em Revista**, v. 40, p. e45142, 2024.

MOURA, C. B. Para que história da ciência no ensino? Algumas direções a partir de uma perspectiva sociopolítica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 4, n. 3, 2021.

MURPHY, K. The social pillar of sustainable development: A literature review and framework for policy analysis. **The ITB Journal**, v. 15, n. 1, p. 4, 2014.

MYERS, N. **The sinking ark**. New York: Pergamon Press, 1979.

NACIONAL GEOGRAPHIC. **Sylvia Earle: a dama dos mares**. 2012. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/sylvia-earle-a-dama-dos-mares>. Acesso em: 07 dez. 2024.

NAÇÕES UNIDAS. Goal 14: conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources. Disponível em: . Acesso em: 21 mai. 2025.

NASA. **Water cycle**. 2018. Disponível em: <https://www.nasa.gov/general/water-cycle/>. Acesso em: 15 nov. 2023.

NASCIMENTO, W. F. **Saúde do coral *Siderastrea stellata* e sua relação com variáveis ambientais em poças de maré do Rio Grande do Norte**. 2019. 30 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

NETO, J. *et al.* **Estuários**. In: Rios de Portugal: comunidades, processos e alterações. p. 381-421, 2019.

NOGUEIRA, Liliane Samira Becari; TEIXEIRA, Catarina. Os entraves da tendência pragmática para uma educação ambiental emancipatória/The challenges of the pragmatic tendency for emancipatory environmental education. **Cadernos Cimeac**, v. 7, n. 2, p. 146-161, 2017.

OBIS. **Ocean Biogeographic Information System**: data access. Data access. 2025. Unesco. Disponível em: <https://obis.org/>. Acesso em: 11 jan. 2025.

OLIVEIRA, K.T. *et al.* **Despejo de esgoto, poluição marinha, qualidade de vida e saúde: o caso do emissário submarino da barra da tijuca**. 2010.

ONU. **Poluição por plásticos deve duplicar até 2030**. 2021. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2021/10/1767652>. Acesso em: 15 nov. 2023.

ONU. (UNIC Rio, comp.). **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. UNIC Rio. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2023.

OROZCO, Y. A. O ensino da biodiversidade: tendências e desafios nas experiências pedagógicas. **Góndola, Enseñ Aprend Cienc**, v. 12, n. 2, p. 173-185, 2017. DOI: 10.14483/23464712.11599.

OROZCO, Y. Relação escola-território no ensino do conceito de biodiversidade. O que os alunos de um contexto rural colombiano sabem sobre a biodiversidade que os rodeia? **Anais do Simpósio Linguagens e Identidades da/na Amazônia Sul-Occidental**, n. 1, 2016.

OWEN, T; WALKER, J. **What do we know about the origin of the earth's oceans?** Is it more likely that they derive from icy comets that struck the young earth or from material released from the earth's interior during volcanic activity? 1999. Disponível em: <https://www.scientificamerican.com/article/what-do-we-know-about-the/>. Acesso em: 15 nov. 2023.

FREIRE, P. **Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos**. São Paulo: Editora UNESP, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.org/pdf/icse/2001.v5n8/147-152/pt>. Acesso em: 10. jul. 2025.

FREIRE, P. **A importância do ato de ler: em três artigos que se completam**. 23 ed. São Paulo: Autores Associados: Cortez, 1989. Disponível em: <https://educacaointegral.org.br/wp-content/uploads/2014/10/importancia_ato_ler.pdf>. Acesso em: 10. jul. 2025.

PAZOTO, C; DUARTE, M; SILVA, E. Education and the marine environmental issue: a historical review of research fields and the popularization on conservation and management of the sea and ocean in Brazil. **The Journal of Environmental Education**, v. 54, p. 99-113, 2023.

PEDRINI, A. de G. (Org.). **Educação ambiental marinha e costeira no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2010.

PEDRINI, A. G.; BROTTTO, D. S.; LOPES, M. C.; FERREIRA, L. P.; GHILARDI-LOPES, N. P. Percepções sobre o meio ambiente e o mar por interessados em ecoturismo marinho na área de proteção ambiental marinha de Armação de Búzios, estado do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 8, n. 2, p. 59-75, 2013.

PEREZ, J.A.A. **Biodiversidade marinha: uma herança ameaçada?** São Paulo. Ciência e Cultura, 2010. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252010000300017. Acesso em: 15 nov. 2023.

PHLEGER, F. B. **A rewin of some general features of coastal lagoons.** In: Coastal lagoon research, present and future. UNESCO Technical Papers in Marine Science. Beaufort, NC: UNESCO-IABO, 1981. 70 p.

POLI, C. *et al.* Plastic ingestion by sea turtles in Paraíba State, Northeast Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, v. 105, p. 265-270, 2015.

POLOCZANSKA, E. S. *et al.* Global imprint of climate change on marine life. **Nature Climate Change**, v. 3, n. 10, p. 919–925, 2013. Disponível em: <http://marinepalaeoecology.org/wp-content/uploads/2011/09/nclimate1958.pdf>. Acesso em: 09 dez. 2024.

PORTO, G.E.L. Responsabilidade pela poluição marinha. **Revista CEJ**, v. 4, n. 12, p. 51-57, 2000.

PREZENSZKY, B.C; MELLO, R.R.. Pesquisa bibliográfica em educação: análise de conteúdo em revisões críticas da produção científica em educação. **Revista Diálogo Educacional**, v. 19, n. 63, p. 1569-1595, 2019.

PRIEB, A. M. S; CARCANHOLO, A. R. O trabalho em Marx. In: CARCANHOLO, A. Reinaldo. *Capital: essência e aparência*. São Paulo, 2011.

REIGOTA, M. **Ecologistas**. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 1999.

REIS, R.E., ALBERT, J.S., DI DARIO, F., MINCARONE, M.M., PETRY, P., ROCHA, L.A. 2016. Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of Fish Biology**, 89(1):12-47. <https://doi.org/10.1111/jfb.13016>.

RIBEIRO, M.L.S. **História da educação brasileira: a organização escolar**. Autores associados, 2021.

RIOS VOADORES. **Fenômeno dos rios voadores**. 2013. Disponível em: www.riosvoadores.com.br. Acesso em: 12 mai. de 2025.

ROCHA, M.C; BALTAZAR, A.P. “A gente está no centro deles”: mineração e produção de desastres. **Revista brasileira de estudos urbanos e regionais**, v. 26, p. e202410pt, 2024.

RODRÍGUEZ, C. S. **Poluição por resíduos plásticos no oceano: o dever jurídico de aplicação do princípio da precaução para impedir os danos ao ambiente marinho**. 2021.

ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; VALENTIN, J. L.; JABLONSKI, S.; AMARAL, A. C. Z.; HA ZIN, F. H. V.; EL-ROBRINI, M. Ambiente Marinho. In: PROGRAMA REVIZEE. **Relatório Executivo: avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na Zona Econômica Exclusiva do Brasil**. Brasília: MMA, 2006. 279 p.

SÁ-SILVA, J.R.; ALMEIDA, C.D., GUINDANI, J.F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Rev. Bras. de História & Ciências Sociais**. n. I, p. 1-15, jul., 2009.

SAMPAIO, C. R.. Livros didáticos de Ciências da Natureza e o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 20, n. 45, p. 284-297, 2024.

SANTINELO, P.C.C.; ROYER, M.R.; ZANATTA, S.C.. **A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO PRELIMINAR DA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR**. 2016. Disponível em: <https://revista.facfama.edu.br/index.php/PedF/article/view/228/0>. Acesso em: 15 nov. 2023.

SANTORO, F. *et al.* **Cultura Oceânica para todos: kit pedagógico**. UNESCO Publishing, 2020.

SARAIVA, A.M.A. **A Gestão Escolar no novo Ensino Médio: os sujeitos e os tempos**. 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/RPV/article/view/16905/9621>. Acesso em: 25 fev. 2025.

SAUVÉ, L. **Perspectivas curriculares para la formación de formadores en educación ambiental**. Carpeta informativa CENEAM, p. 160-162. Disponível em: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/ceneam/articulos-de-opinion/2004_11sauve_tcm30-163438.pdf. Acesso em: 15 nov. 2023.

SCHARF, R. **Manual de Negócios Sustentáveis**. São Paulo, Amigos da Terra, 2004.

SCHOEDINGER, S.; TRAN, L. U.; WHITLEY, L. From the principles to the scope and sequence: a brief history of the ocean literacy campaign. **NMEA Special Report**, v. 3, p. 3-7, 2010.

SCHUSSLER, E. E.; WANDERSEE, J. H. Toward a theory of plant blindness. **Plant Science Bulletin**, v. 47, n. 1, p. 2-9, 2001.

SECRETARIADO DA CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA. **Biodiversidade marinha: um oceano, muitos mundos de vida**. 2012. Disponível em: <https://oceano.iea.usp.br/um-oceano-muitos-mundos-de-vida/>. Acesso em: 7 dez. 2024.

SEGALLA, M. V. *et al.* **List of Brazilian Amphibians**. Herpetologia Brasileira, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4716176>. Acesso em: 5 jan. 2025.

SENADO FEDERAL. **LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Coordenação de Edições Técnicas, 2017. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/529732/lei_de_diretrizes_e_bases_1ed.pdf. Acesso em: 12 fev. 2025.

SIBBR. **Sistema de Informação sobre Biodiversidade Brasileira**. 2025. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/>. Acesso em: 11 jan. 2025.

SILVA, D. C. P. *et al.* Derramamento de óleo no mar e implicações tóxicas da exposição aos compostos químicos do petróleo. **Revista Contexto & Saúde**, v. 21, n. 44, p. 332-344, 2021.

SILVA, L. R. *et al.* **Conhecendo ecossistemas:** delta estuarino, lagoas, lagoas e restingas. 2020. Disponível em: <https://www.bioicos.org.br/post/conhecendo-ecossistemas-delta-estuarino-lagoas-lagoas-restingas>. Acesso em: 16 jan. 2025.

SILVA FILHA, C. M. R. *et al.* Genetic diversity in *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville and its correlation with species richness of *Stryphnodendron* Mart. and related genera. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 46, p. 1113-1127, dez. 2023. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/23049>. Acesso em: 2 jan. 2025.

SILVA JUNIOR, M. G. *et al.* Caracterização da ictiofauna em três canais de maré do estuário do Rio Paciência, Ilha de São Luís, Estado do Maranhão. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 46, n. 1, p. 5-21, 2013.

SILVA-BATISTA, I. C.; MORAES, R. R. História do ensino de Ciências na Educação Básica no Brasil (do Império até os dias atuais). **Revista Educação Pública**, v. 19, n. 26, 22 out. 2019.

SILVA, M. R.; CHRISPINO, A.; MELO, T. B. Revisão sistemática da literatura sobre o Novo Ensino Médio (2017–2023). **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 33, n. 126, p. e0255069, 2025.

SIREGAR, E. F. S.; LUBIS, B. S.; TAUFICA, R. **Two decades of research on maritime environmental education in social science: a systematic review**. In: SHS Web of Conferences. EDP Sciences, 2024. p. 06021.

SMITH, K. E. *et al.* Biological impacts of marine heatwaves. **Annual Review of Marine Science**, v. 15, n. 1, 17 ago. 2023.

SNELGROVE, P. **Discoveries of the census of marine life:** making ocean life count. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. Disponível em: https://assets.cambridge.org/9780521165129/frontmatter/9780521165129_frontmatter.pdf. Acesso em: 7 dez. 2024.

SOARES, G. A.; TRINDADE, L. D.; DOLZANE, M. I. F. **Reflexões sobre a educação brasileira:** a implementação do Novo Ensino Médio e seus impactos na juventude amazonense. 2024. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/385589551>. Acesso em: 25 fev. 2025.

SOARES, M. O.; RABELO, E. F. Primeiro registro de branqueamento no litoral do Ceará (NE-Brasil): indicador das mudanças climáticas? **Geociências**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 1-10, 2014.

SOARES, M. O. *et al.* Blue Carbon Ecosystems in Brazil: overview and an urgent call for conservation and restoration. **Frontiers in Marine Science**, v. 9, p. 797411, 2022.

SOARES, W. A. C. **Branqueamento de corais (Cnidaria: Scleractinia) em recifes de corais e ambientes recifais brasileiros: uma revisão.** 2023. 50 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Campina Grande, Cuité – PB, 2023.

SOARES-CORDEIRO, A. S.; PINHO, R. de. **All-Atlantic Ocean Research Alliance e a Década da Ciência Oceânica no Brasil.** 2022. Disponível em: https://www.cgee.org.br/documents/10195/10687196/RPE52_27072022_2752.pdf. Acesso em: 10 out. 2023.

SOUSA, E. C. **A importância do ensino de Ciências na Educação de Jovens e Adultos.** Patos, 2021. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Instituto Federal da Paraíba, 2021.

SOUSA, M. S.; DO CARMO, R. R.; DA ROCHA, S. M. **Rio+10: a influência da Rio-92 e os reflexos da conferência na política mundial.** Disponível em: <https://www.unisantos.br/wp-content/uploads/2018/08/direito-ambiental-completo.pdf#page=180>. Acesso em: 4 mar. 2025.

SRIVASTAVA, D. S. *et al.* Phylogenetic diversity and the functioning of ecosystems. **Ecology Letters**, v. 15, n. 7, p. 637-648, 2012.

TALLIS, H. *et al.* **An ecosystem services framework to support both practical conservation and economic development.** 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/5230216>. Acesso em: 19 nov. 2023.

TARTAGLIONI, I. F. **A década do oceano e a alfabetização oceânica diante da educação formal: uma análise do currículo do estado de São Paulo.** Rio Claro, 2023.

TAVARES, J. N. T. **A política educacional da União e os currículos do ensino fundamental: os PCNs.** 2002. Dissertação (Mestrado em Sociologia e História da Profissão Docente e da Educação Escolar) – PUC Minas, Belo Horizonte, 2002.

TONIN, L. H.; UHMANN, R. I. M. **Educação ambiental em livros didáticos de Ciências: um estudo de revisão.** 2020. Disponível em: <https://educacaoambiental.livrosdidaticos2020.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2023.

UNESCO. **Cultura oceânica para todos: kit pedagógico.** 2020. Disponível em: https://decada.ciencianomar.mctic.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/Cultura_oceanica_para_todos.pdf. Acesso em: 20 nov. 2024.

UNESCO. **Global ocean science report: the current status of ocean science around the world.** 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ. **Relevo submarino.** 2012. Disponível em: <http://www2.unifap.br/alexandresantiago/files/2012/04/Aula-3-RELEVO-OCEÂNICO.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2024.

URSI, Suzana; SALATINO, Antonio. Nota Científica - É tempo de superar termos capacitistas no ensino de Biologia: impercepção botânica como alternativa para "cegueira botânica". **Boletim de Botânica**, São Paulo, Brasil, v. 39, p. 1–4, 2022

VERONEZE, D. *et al.* **Consensos e dissensos entre os Parâmetros Curriculares Nacionais e a Base Nacional Comum Curricular.** In: Anais do X Encontro Nacional de Educação Matemática – ENEM, São Paulo, 2016.

VORPAGEL, F. S.; UHMANN, R. I. M. Práticas e concepções de Educação Ambiental e Meio Ambiente em contexto não formal. **Revista de Mestrado em Educação Ambiental**, n. 1, v. esp., p. 63-74, 2018.

WILSON, E. O. **Introduction.** In: REAKA-KUDLA, M. L.; WILSON, D. E.; WINSON, E. O. Biodiversity II: understanding and protecting our biological resources. Washington: Joseph Henri Press, 1997.

YOSHIDA, C. Y. M. **Construção da cultura da sustentabilidade à luz dos ODS e dos princípios ESG.** 2021. Disponível em: https://www.cnmp.mp.br/portal/images/noticias/2021/dezembro/Financas_sustentaveis_final.pdf#page=42. Acesso em: 4 mar. 2025.

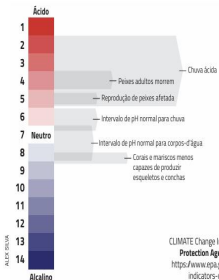
ZANELLA, T. V. **Poluição marinha por plásticos e o Direito Internacional do Ambiente.** Lisboa: RIDB, 2013.

WEYERMÜLLER, A.R; DEWES, V.V.M.. A utilização de agrotóxicos e o impacto ambiental sobre as abelhas. **Revista JurisFIB**, v. 16, n. 16, 2025.

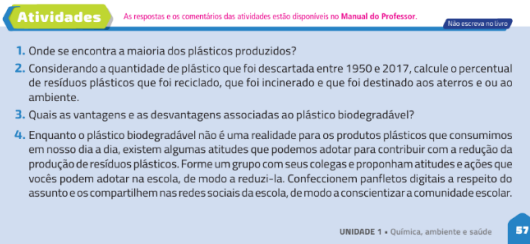
APÊNDICE A – Trechos extraídos dos livros analisados

Quadros de categorias sobre Poluição Marinha

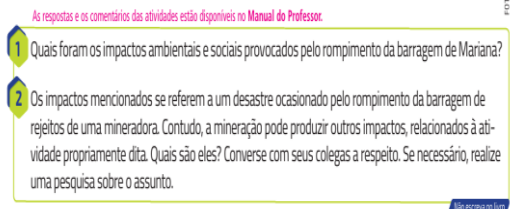
Volume	Nº Página	Unidade de Contexto (trecho selecionado para evidenciar o tema)	Unidade de significado (essência do trecho)	Termo chave	Relação com EA
Ciência, sociedade e ambiente	Pg. 10	Um exemplo de mistura de compostos orgânicos é o petróleo, um recurso natural não renovável altamente explorado pelo ser humano. Embora sua importância econômica pareça sobrepor às questões ambientais, atualmente uma conscientização mundial em relação à sustentabilidade vem ganhando força. - Isso se deve principalmente à futura escassez desse recurso e às consequências ambientais resultantes de sua utilização, como a contaminação da atmosfera, do solo e do mar, seja a partir de seus subprodutos, ou do próprio petróleo. - A partir do conhecimento sobre os compostos orgânicos, é possível desenvolver produtos cada vez mais sustentáveis e criar soluções para possíveis problemas, por exemplo, o derramamento de petróleo que afetou as praias de praticamente todo o nordeste brasileiro em 2019. Neste tema, vamos abordar alguns aspectos dos compostos orgânicos, tendo como ênfase a economia, o ambiente e a saúde.	O trecho destaca os impactos ambientais do petróleo nos oceanos, como a contaminação marinha, e propõe o desenvolvimento de soluções sustentáveis, associando conhecimento científico à conscientização ambiental e à saúde.	- sustentabilidade - consequências ambientais - mar - praias	Pragmática
Ciência, sociedade e ambiente	Pg. 14-15	-Os poluentes emitidos na atmosfera, assim como o material particulado liberado, podem provocar diversas consequências ao ambiente e aos seres vivos. - A água da chuva é ligeiramente ácida, com pH em torno de 5,6, devido à presença de gás carbônico na atmosfera, que, ao reagir com a água, forma o ácido carbônico (H₂CO₃). - Entre as consequências da chuva ácida, estão a acidificação de rios e lagos, que provoca a morte de inúmeros animais e vegetais sensíveis a variações do pH da água, e a acidificação do solo, que prejudica as plantações. Aos seres	Evidencia os efeitos da poluição atmosférica na formação da chuva ácida, relacionando essa condição à acidificação de corpos d'água, ao desequilíbrio ambiental e aos riscos à saúde humana.	- água da chuva - chuva ácida - acidificação de rios e lagos - morte de inúmeros animais e vegetais	Conservacionista

		humanos, pode provocar irritações e problemas nas vias respiratórias.			
					
Ciência, sociedade e ambiente	Pg. 54	6. (Enem/MEC) Uma região industrial lança ao ar gases como o dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio, causadores da chuva ácida. A figura mostra a dispersão desses gases poluentes.  Considerando o ciclo da água e a dispersão dos gases, analise as seguintes possibilidades: - As águas de escoamento superficial e de precipitação que atingem o manancial poderiam causar aumento de acidez da água do manancial e provocar a morte de peixes. - A precipitação na região rural poderia causar aumento de acidez do solo e exigir procedimentos corretivos, como a calagem. - A precipitação na região rural, embora ácida, não afetaria o ecossistema, pois a transpiração dos vegetais neutralizaria o excesso de ácido. Dessas possibilidades: - pode ocorrer apenas a I. - pode ocorrer apenas a II. - podem ocorrer tanto a I quanto a II. Alternativa c. - podem ocorrer tanto a I quanto a III. - podem ocorrer tanto a II quanto a III.	Representa a emissão e dispersão de gases poluentes por uma região industrial, evidenciando o processo de formação da chuva ácida.	-Chuva ácida -Ciclo da água -Manancial -Morte de peixes	Pragmática
Ciência, sociedade e ambiente	Pg. 43	Imagem de um homem e uma criança preparando uma linha de pesca, com fórmula química da produção do náilon acima. Legenda: “O náilon é muito utilizado em linhas de pesca.” • Náilon – poliamida com ótima resistência ao desgaste e ao tracionamento. $n \text{ H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2 + n \text{ HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-(\text{CH}_2)_4-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{OH} \xrightarrow{\text{Catalisador}} \left[\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-(\text{CH}_2)_4-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C} \right]_n$ hexano-1,6-diamina ácido hexanodioico ou ácido adípico náilon-6,6  • O náilon é muito utilizado em linhas de pesca.	Apresenta a utilidade do náilon como material resistente e durável, com ênfase no uso cotidiano e na composição química do polímero. (Tópico sobre reações de polimerização)	Linhas de pesca	Pragmática
Ciência, sociedade e ambiente	Pg. 55	Questão apresenta boletins do Instituto Ambiental do Paraná sobre a poluição da água do mar durante o verão. Associa esse aumento ao uso de sabões e detergentes, explicando suas estruturas químicas e	O uso doméstico e turístico de sabões e detergentes está diretamente ligado à poluição dos corpos hídricos, destacando a importância da compreensão química desses produtos e seus impactos ambientais	-Poluição da água -Qualidade da água	Pragmática

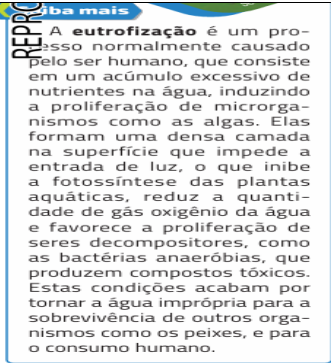
		reações de obtenção (saponificação e sulfonação). 12. (UFPR) Os boletins de qualidade da água do mar emitidos pelo Instituto Ambiental do Paraná indicam que a quantidade de matéria orgânica aumenta consideravelmente durante a temporada de verão, o que contribui para diminuir a qualidade da água. Isso ocorre em função do aumento do número de pessoas no litoral nessa época. Alguns dos produtos orgânicos mais utilizados pelo ser humano, e que colaboram sensivelmente para o aumento da poluição da água de rios e do mar, são os sabões e detergentes. Esses produtos químicos podem ser obtidos por meio das reações de saponificação e sulfonação, respectivamente. <i>Alternativa c</i> Sobre as estruturas e transformações que envolvem sabões e detergentes, assinale a alternativa correta. a) Óleos e gorduras animais e vegetais são pobres em triésteres de ácidos graxos e glicerol. b) Na reação de saponificação, é necessário ter um ácido como reagente e glicerol como produto. c) Na formação das micelas em água, o ânion do sabão tem sua porção apolar direcionada para a parte de dentro. d) Na reação de saponificação, o sal de ácido carboxílico é obtido pela reação de um ácido carboxílico com hidróxido de sódio. e) Tanto sabões quanto detergentes possuem uma porção apolar e uma cabeça polar positiva.			
Ciência, sociedade e ambiente	Pg. 56	- Após o descarte correto, os resíduos podem ser reciclados, incinerados ou destinados a aterros sanitários (locais em que os resíduos domésticos são destinados para serem decompostos). Entretanto, quando o descarte não é adequado, o plástico acaba se acumulando na natureza, o que pode contribuir para a disseminação de agentes causadores e transmissores de doenças, além da morte de diversos seres vivos que podem ingerir produtos plásticos, confundindo-os com alimentos. Até que sua decomposição seja completa, os resíduos plásticos podem permanecer no ambiente entre 50 a 500 anos, dependendo do tipo e tamanho do plástico.	O descarte inadequado de resíduos plásticos ameaça a biodiversidade e a saúde humana, exigindo práticas conscientes de consumo e destinação correta do lixo	- Plásticos - Morte de diversos seres vivos - Ingerir produtos plásticos	Pragmática

Ciência, sociedade e ambiente	Pg. 56	Gráfico com dados da FAPESP mostrando o destino da produção mundial de plástico entre 1950 e 2017,  » Destino da produção mundial de plástico em toneladas entre 1950 e 2017 Em toneladas 6,3 bilhões descartados (71%) 2,6 bilhões ainda em uso (29%) 4,9 bilhões destinados a aterros sanitários ou acumulados no ambiente 600 milhões reciclados 800 milhões incinerados VASCONCELOS, Y. Planeta plástico. Pesquisa FAPESP, jul. 2019. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/2019/07/08/planeta-plastico/. Acesso em: 27 ago. 2020.	O destino inadequado da maior parte do plástico produzido revela um padrão insustentável de consumo e descarte, com sérios riscos ambientais.		Pragmática
Ciência, sociedade e ambiente	Pg. 56	Atividades propostas no livro didático sobre produção, descarte e alternativas aos plásticos.  Atividades As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor. Não escreva no livro. 1. Onde se encontra a maioria dos plásticos produzidos? 2. Considerando a quantidade de plástico que foi descartada entre 1950 e 2017, calcule o percentual de resíduos plásticos que foi reciclado, que foi incinerado e que foi destinado aos aterros e ou ao ambiente. 3. Quais as vantagens e as desvantagens associadas ao plástico biodegradável? 4. Enquanto o plástico biodegradável não é uma realidade para os produtos plásticos que consumimos em nosso dia a dia, existem algumas atitudes que podemos adotar para contribuir com a redução da produção de resíduos plásticos. Forme um grupo com seus colegas e proponham atitudes e ações que vocês podem adotar na escola, de modo a reduzi-la. Confeccionem panfletos digitais a respeito do assunto e os compartilhem nas redes sociais da escola, de modo a conscientizar a comunidade escolar. UNIDADE 1 • Química, ambiente e saúde 57	envolve análise de gráficos, cálculos percentuais e proposição de ações para redução do uso de plástico	- Resíduos plásticos - Plástico biodegradável	Pragmática
Ciência, sociedade e ambiente	Pg. 126-127	- Mais plásticos no mar do que peixes até 2050. Este é o alerta de um estudo feito em 2016 que chama atenção para o fato de que, caso o consumo e o descarte de plásticos continuem nos padrões atuais, em 2050 haverá uma tonelada de plástico para uma de peixe. Em 2014 era uma tonelada de plástico para cada cinco de peixe. Um dos maiores problemas da poluição dos oceanos por plástico é a contaminação da cadeia alimentar. Diversos animais confundem plásticos com alimentos, ou simplesmente ficam presos nos resíduos, situações que podem levar a grande sofrimento e morte. Além disso, um estudo revelou que 90% do sal marinho consumido no mundo contém micro plásticos, pedaços de plástico menores que 5 mm. Diante deste cenário, os canudos plásticos ganharam destaque. Há alguns anos, governos de diversos estados e municípios brasileiros têm promulgado leis que impedem a fabricação e a comercialização dos canudos de plástico. Estes podem ser substituídos por canudos biodegradáveis, feitos de papel ou palha, canudos comestíveis, ou canudos reutilizáveis de alumínio, vidro ou bambu, entre outros materiais. Um dos principais motivos para estas medidas é a maneira como os canudos são utilizados, eles têm uso único, ou seja, são usados uma vez e depois descartados, e nem sempre no local correto. Outro	Consumo excessivo de plástico, poluição marinha, impacto na cadeia alimentar, alternativas sustentáveis (canudos biodegradáveis ou reutilizáveis), leis ambientais	- Plásticos no mar - Peixes - Poluição dos oceanos - Sal marinho - Microplásticos	Crítica

		motivo é que, por ser um objeto de uso cotidiano, oportuniza diálogos que podem levar a conscientização das pessoas para a importância de se adotar atitudes sustentáveis para proteção do ambiente, assuntos que serão debatidos nesta Unidade. Afinal, é uma boa oportunidade de conversar com uma pessoa sobre a importância da proteção ambiental quando ela pede ao garçom um canudo, e este responde: “Não temos!”. 			
Ciência, sociedade e ambiente	Pg. 126	Atividade com pergunta sobre leis ambientais, plásticos e ações sustentáveis, vinculados ao trecho anterior. 1. Sua cidade possui uma lei que proíbe a utilização de canudos plásticos? Se necessário, faça uma pesquisa. 2. Além dos canudos plásticos, cite outros objetos plásticos descartáveis de uso cotidiano que poderiam ser substituídos por versões menos prejudiciais ao ambiente. 3. O que são ações sustentáveis? Você as pratica?	Legislação sobre canudos, alternativas aos plásticos descartáveis, atitudes sustentáveis individuais.	- Canudos plásticos - Ações sustentáveis	Crítica
Ciência, sociedade e ambiente	Pg. 136	No dia 5 de novembro de 2015, ocorreu o maior desastre ambiental da história do Brasil, no qual a barragem de Fundão, localizada em Mariana (MG), rompeu e despejou mais de 40 milhões de m³ de rejeitos. Veja, a seguir, alguns dados e impactos provocados pelo rompimento dessa imagem. Desastre ambiental de Mariana  » Após o rompimento da barragem de Fundão, os rejeitos de minérios percorreram mais de 600 km em rios e córregos. A onda de lama encobriu grande parte do município de Bento Rodrigues, destruindo diversas edificações.	Relato e visualização dos danos causados pelo rompimento da barragem de Fundão em Mariana, com destruição ambiental e humana	- Desastre ambiental - Barragem - Rejeitos	Crítica

Ciência, sociedade e ambiente	Pg. 136	Atividade: 1. Quais foram os impactos ambientais e sociais provocados pelo rompimento da barragem de Mariana? 2. Os impactos mencionados se referem a um desastre ocasionado pelo rompimento da barragem de rejeitos de uma mineradora. Contudo, a mineração pode produzir outros impactos, relacionados à atividade propriamente dita. Quais são eles? Converse com seus colegas a respeito. Se necessário, realize uma pesquisa sobre o assunto 	Estimula o reconhecimento dos impactos do rompimento da barragem de Mariana e da própria atividade mineradora.	- impactos ambientais - rompimento da barragem - rejeitos - mineradora	Crítica
Ciência, sociedade e ambiente	Pg. 137	Diversas atividades humanas, como a agricultura, a pecuária, a mineração, a geração de energia elétrica, os processos industriais, entre outras, trazem diversos benefícios econômicos e sociais. Além de contribuírem com a geração de empregos, essas atividades são importantes para a obtenção de matérias-primas utilizadas em outros setores, ou de alimentos, de origem vegetal e de origem animal. Contudo, essas atividades provocam diversos impactos ambientais, que prejudicam ou dificultam a sobrevivência dos seres vivos nos ecossistemas, interferindo em suas relações com o ambiente e com outros organismos. Por conseguinte, elas têm ocasionado uma redução na biodiversidade.	Estimula o reconhecimento dos impactos do rompimento da barragem de Mariana e da própria atividade mineradora.	- impactos ambientais - sobrevivência dos seres vivos nos ecossistemas	Crítica
Ciência, sociedade e ambiente	Pg. 140	Os resíduos são materiais e objetos descartados por atividades humanas. Eles podem ter diferentes origens, por exemplo, residências (resíduos domésticos), atividades comerciais, como supermercados, bancos e lojas (resíduos comerciais), processos industriais (resíduos industriais) e serviços de saúde, como laboratórios, hospitais e clínicas (resíduos hospitalares). [...] De modo geral, os resíduos domésticos e comerciais são compostos por restos de alimentos, embalagens e objetos descartáveis de plástico, papéis, produtos eletroeletrônicos, entre outros. Os resíduos industriais, por sua vez, são constituídos por diversos materiais, os quais podem conter produtos químicos em sua composição que podem ser tóxicos aos seres vivos. Os resíduos hospitalares, por fim, podem apresentar materiais utilizados em procedimentos médicos, como agulhas, seringas e curativos. Os resíduos hospitalares podem estar contaminados por material biológico, como vírus e bactérias, por exemplo, e podem conter substâncias químicas perigosas para o meio ambiente e para a saúde das pessoas. [...] Os resíduos podem provocar impactos ambientais quando descartados ou destinados de		- Resíduos - Atividades humanas - Produtos químicos - Tóxicos aos seres vivos - Substâncias perigosas - Impactos ambientais - Ambientes aquáticos - Morte de seres vivos - Contaminar solo e água	Pragmática

		modo inadequado. Nesse caso, eles podem se acumular em ambientes terrestres, favorecendo a proliferação de organismos causadores e/ou transmissores de doenças. Em ambientes aquáticos, os resíduos podem provocar a eutrofização ou ocasionar a morte de diversos seres vivos que os ingerem, ao confundi-los com alimento. Os resíduos também podem contaminar o solo e a água, caso sejam constituídos por elementos tóxicos, e contaminar, por consequência, os seres vivos. 			
Matéria, energia e vida	Pg. 150	Os processos naturais anteriormente descritos contribuem para a ciclagem do nitrogênio na natureza. No entanto, o ciclo desse elemento químico tem sido alterado pelas atividades humanas. Alguns processos industriais voltados para a fabricação de fertilizantes químicos realizam a fixação industrial de nitrogênio, um processo artificial de fixação. Um dos mais relevantes é o processo Haber-Bosch, no qual ocorre a síntese de amônia. Os fertilizantes químicos, também conhecidos por adubos químicos ou adubos inorgânicos, são utilizados na agricultura para aumentar a produtividade das lavouras. [...] O uso de fertilizantes químicos pelas atividades humanas tem, no entanto, aumentado a disponibilização de nitrato no ambiente, pois parte do nitrogênio presente nesses fertilizantes não é assimilada pelas plantas, tornando-se livre no solo e podendo ser levado pela água das chuvas para corpos de água, como rios e lagos. Dessa forma, os fertilizantes químicos podem contaminar solos e provocar a poluição das águas. O excesso de nitrato nos ambientes aquáticos pode provocar sua eutrofização, afetando os seres vivos que vivem nessas águas e a saúde de pessoas que a utilizam para consumo. O uso de fertilizantes químicos na agricultura está relacionado também com o aumento da emissão de óxidos de nitrogênio na atmosfera. Além disso, os processos relacionados com a produção desses fertilizantes também geram problemas ambientais, uma vez que a alta necessidade de energia térmica para realização desses processos demanda a utilização de combustíveis fósseis para a queima, processo que emite gás carbônico. A queima de combustíveis fósseis também tem aumentado a emissão de óxidos de nitrogênio na atmosfera. [...]	Discute impactos como a contaminação do solo e da água por nitrato, a eutrofização de ambientes aquáticos, a emissão de óxidos de nitrogênio.	-atividades humanas -corpos de água, como rios e lagos - poluição das águas - ambientes aquáticos - eutrofização - chuva ácida	Pragmática

		 A eutrofização é um processo normalmente causado pelo ser humano, que consiste em um acúmulo excessivo de nutrientes na água, induzindo a proliferação de microrganismos como as algas. Elas formam uma densa camada na superfície que impede a entrada de luz, o que inibe a fotossíntese das plantas aquáticas, reduz a quantidade de gás oxigênio da água e favorece a proliferação de seres decompositores, como as bactérias anaeróbicas, que produzem compostos tóxicos. Estas condições acabam por tornar a água imprópria para a sobrevivência de outros organismos como os peixes, e para o consumo humano. O nitroso (N_2O), um gás que contribui para intensificação do efeito estufa, que, como consequência, resulta em mudanças climáticas. Outro óxido emitido pela queima dos combustíveis fósseis é o óxido nítrico (NO). Sua presença na atmosfera pode levar à precipitação com grandes quantidades de ácidos, fenômeno conhecido por chuva ácida. Isso acontece porque ele pode ser oxidado e reagir com a água, formando ácido nítrico (HNO_3).			
Matéria, energia e vida	Pg. 154-155	3. Os valores de nitrato acima de 0,25 mg/L presentes na água são suficientes para permitir o desenvolvimento de algas e concentrações acima de 5 mg/mL normalmente indicam poluição por fertilizantes. Segundo a portaria nº 518/04 do Ministério da Saúde, o valor máximo permitido de nitrato presente na água para consumo humano é de 10 mg/L. A partir dessas informações, responda às questões a seguir. a) O nitrato presente em corpos de água pode ser oriundo de fontes naturais ou de atividades humanas. Cite exemplos para cada uma dessas condições. b) Considere que um pesquisador tenha feito uma análise da qualidade da água de um lago de sua cidade e tenha identificado que a concentração de nitrato desse lago seja de 1,4 mg/L. Realize previsões a respeito do que poderá acontecer com o lago, considerando a quantidade de nitrato que apresenta. c) A partir da situação descrita no item b, é possível afirmar que a concentração de nitrato do lago seja decorrente da poluição provocada por atividades humanas? Justifique sua resposta. d) Considere que você seja o consultor ambiental de uma empresa agrícola que esteja expandindo sua área de plantação. Que ação você proporia para a empresa realizar, de modo a evitar impactos ambientais associados à alteração da quantidade de nitrato de corpos de água?	Atividade centrada na poluição da água por nitrato, um dos principais poluentes de origem terrestre que afetam ecossistemas aquáticos e marinhos.	- presentes na água - corpos de água - qualidade da água - poluição	Pragmática

Ciência, tecnologia e Cidadania	Pg. 27	Para representar as etapas de uma investigação, considere o seguinte exemplo. Um grupo de pesquisadores observou que, em um rio que abastece a cidade em que vivem, está ocorrendo a morte de animais que consomem gás oxigênio, como peixes e alguns invertebrados. O grupo, então, elabora a questão: “Qual a quantidade de oxigênio na água desse rio?” e levanta a hipótese de que a quantidade de gás oxigênio dissolvido na água esteja abaixo dos níveis considerados ideais. Para testar sua hipótese, os pesquisadores adotam o seguinte procedimento: para a coleta de dados, são recolhidas amostras de 100 mL de água ao longo de diversos trechos do rio, espaçados igualmente; para a análise dessas amostras, são realizados testes químicos e físicos que possibilitam a determinação da quantidade de oxigênio dissolvido nelas. 	Trecho explicativo sobre o exemplo de uma investigação científica envolvendo a qualidade da água de um rio e o impacto na fauna aquática.	- rio - morte de animais - peixes - invertebrados - água	Pragmática
Ciência, tecnologia e Cidadania	Pg. 27	6 Identifique as etapas da investigação realizada pelo grupo dos pesquisadores. 7 Com a investigação dos pesquisadores, é possível afirmar que os animais do rio estão morrendo em decorrência da quantidade de oxigênio dissolvido na água? Converse com seus colegas. Não escreva no livro	Investigação sobre a morte de animais aquáticos em um rio com base na quantidade de oxigênio dissolvido na água.	- animais do rio - água	Pragmática

Quadros de categorias sobre Conservação Marinha

Volume	Nº Página	Unidade de Contexto (trecho selecionado para evidenciar o tema)	Unidade de significado (essência do trecho)	Termo chave	Relação com EA
Ciência, Sociedade e Ambiente	Pg. 137	As queimadas e o desmatamento suprimem a vegetação de uma área, provocando a redução ou até a eliminação das populações das espécies de plantas daquele ambiente. Além disso, provocam a morte ou forçam o deslocamento dos animais que ali vivem para outros locais, aumentando a competição por recursos, como alimento, abrigo ou	Apresentar uma relação de causa e efeito das consequências do desmatamento,	- queimadas - desmatamento - cadeias alimentares	Pragmática

		parceiros para a reprodução. Isso pode interferir nas relações tróficas estabelecidas entre os seres vivos, alterando o equilíbrio das cadeias alimentares. -A remoção da cobertura vegetal pode, ainda, deixar o solo suscetível a processos de erosão. As raízes das árvores estão entrelaçadas às partículas que formam o solo, evitando sua desagregação por agentes, como a chuva e o vento. Sem a presença da vegetação, portanto, o solo fica desprotegido e exposto à ação de agentes erosivos. Além disso, o solo pode ter sua fertilidade reduzida, já que a ciclagem de nutrientes será interrompida. Outro impacto relacionado à remoção da cobertura vegetal é a interferência no ciclo hidrológico, alterando o regime de chuvas da região.	como: perda de biodiversidade, deslocamento de animais, alteração nas cadeias alimentares, erosão do solo, queda na fertilidade, e interferência no ciclo hidrológico.	- interferência no ciclo hidrológico - regime de chuvas	
Ciência, Sociedade e Ambiente	Pg. 138	O tráfico de animais silvestres constitui a remoção de animais do ambiente em que vivem e sua comercialização ilegal. A caça predatória se refere à caça e à morte de animais, de modo ilegal. A pesca predatória compreende a retirada de peixes do ambiente em períodos ou em locais proibidos, com instrumentos não permitidos e/ou em quantidades exacerbadas, configurando uma atividade ilegal. Essas atividades ilegais reduzem o tamanho da população das espécies animais no ambiente. Além de interferir no equilíbrio das cadeias alimentares das quais as espécies participam, podem provocar a extinção local de espécies, reduzindo a biodiversidade. Atualmente, diversas espécies estão ameaçadas de extinção em decorrência dessas práticas ilegais, como a arara-azul-grande (<i>Anodorhynchus hyacinthinus</i>), o mico-leão-dourado (<i>Leontopithecus rosalia</i>) e o lambari (<i>Astyanax eremus</i>). [...] Segundo a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, a retirada, a criação, a venda e a compra de animais silvestres, sem autorização ou licença, além da caça e da pesca predatórias, configuram um crime. Os responsáveis podem receber multas e/ou serem detidos por um período determinado pela justiça. O combate aos crimes ambientais é um dever compartilhado entre autoridades competentes e a própria população. Quando identificados, é importante que sejam denunciados a órgãos responsáveis.	O trecho trata das atividades ilegais ocorridas no meio ambiente, o que favorece a redução da biodiversidade. Trata também de leis e ao combate aos crimes ambientais.	- Caça predatória - Atividades ilegais - Retirada de peixes - Equilíbrio das cadeias alimentares - Redução da biodiversidade - Combate aos crimes ambientais	Conservacionista

		 » Campanha contra o tráfico de animais silvestres do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) de 2014.			
Ciência, Sociedade e Ambiente	Pg. 139	Para maximizar a produção agrícola, utilizam-se produtos químicos, como fertilizantes e agrotóxicos. Os fertilizantes são constituídos de nutrientes necessários ao desenvolvimento de plantas e são adicionados no solo para auxiliar o crescimento dos cultivos. Os agrotóxicos, por sua vez, são utilizados no combate de seres vivos que podem danificar as plantações, como bactérias, fungos e insetos. O uso indiscriminado de fertilizantes disponibiliza nutrientes no solo acima da quantidade que as plantas são capazes de absorver, fazendo que cheguem até rios e lagos carregados pela água das chuvas. Isso provoca a eutrofização, processo que resulta na diminuição da quantidade de gás oxigênio dissolvido na água e a consequente morte de diversos seres vivos que vivem nesses corpos-d'água. O uso exacerbado de agrotóxicos, por sua vez, pode contaminar o solo, rios e lagos, ao serem carregados pela água da chuva. Além disso, pode contaminar vegetações nativas próximas às plantações, ao serem carregados pelo vento. O consumo de água ou plantas contaminadas por agrotóxicos contamina outros seres vivos, provocando o acúmulo desses produtos ao longo das cadeias alimentares e causando danos à saúde dos organismos. Outro problema associado ao uso dos agrotóxicos é o fato de que eles podem ser nocivos a outras espécies de seres vivos que não as espécies que causam danos à plantação, comprometendo a biodiversidade. Um exemplo disso são as abelhas, animais importantes para a reprodução de muitas espécies de plantas. Nos últimos anos, milhões de abelhas têm sido mortas pelos agrotóxicos utilizados de modo indiscriminado em plantações no Brasil. Com a morte das abelhas, a reprodução das plantas também é comprometida, diminuindo, por consequência, a produção de frutos e sementes, muitos dos quais de interesse econômico. Para minimizar esses impactos, é importante que os fertilizantes e os agrotóxicos sejam utilizados com consciência, empregando sempre que possível técnicas de adubação e manejo de espécies indesejadas que não	O trecho descreve a utilização de produtos químicos na produção agrícola, relatando problemáticas como a contaminação do solo, água e seres vivos.	- Produtos químicos - Agrotóxicos - Uso indiscriminado - Rios e lagos - Água das chuvas - Eutrofização - Contaminação do solo, rios e lagos - Comprometer a biodiversidade	Pragmática

		prejudiquem o ambiente, como por exemplo a adubação do solo a partir de restos da colheita anterior. Outra atividade na qual é comum o uso de produtos químicos é a mineração. Costuma-se realizar a extração de ouro com mercúrio, um elemento tóxico que pode contaminar o solo, a água e os seres vivos, se acumulando ao longo das cadeias tróficas.  » Lago eutrofizado em Roterdã (Holanda, 2012). A cor verde da água indica a presença de grande quantidade de algas.  » Avião pulverizando agrotóxicos em uma plantação (Cristalina, GO, 2019).			
Matéria, Energia e Vida	Pg. 146-147	Alguns gases presentes na atmosfera são capazes de absorver parte do calor que é irradiado pela superfície terrestre, mantendo a temperatura média do planeta, condição necessária para a existência de vida. [...] As atividades humanas, no entanto, têm aumentado a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera, especialmente o gás carbônico, ocasionando a intensificação do efeito estufa. Isso tem resultado na elevação da temperatura média do planeta nos últimos anos, acentuando as mudanças climáticas. As mudanças climáticas têm gerado diversos impactos ao planeta, e outros já estão projetados para acontecer, caso sua temperatura média continue a aumentar. Entre eles, podemos citar as alterações nos regimes de chuvas, o derretimento das geleiras e a morte de muitos seres vivos sensíveis às alterações de temperatura. A morte dos seres vivos decorrente das mudanças climáticas interfere nas relações tróficas existentes nos ecossistemas, contribuindo para o desequilíbrio ambiental de todo o planeta. Os efeitos provocados pela interferência das atividades humanas no ciclo do carbono podem ser minimizados com a redução da emissão de gases de efeito estufa, sobretudo do gás carbônico. Isso pode ser feito com algumas atitudes cotidianas, além de atitudes governamentais. Uma forma de diminuir a emissão de gases de efeito estufa proveniente da queima de combustíveis fósseis é reduzir a quantidade de veículos movidos à combustão interna circulando nas ruas. Para tanto, podemos optar pelo uso de transportes públicos, como ônibus ou metrô, ou de bicicletas. Também podemos realizar caminhadas, quando possível. Essas alternativas necessitam de investimentos do	Atividades humanas, ciclo do carbono e mudanças climáticas.	- temperatura média - mudanças climáticas - regimes de chuvas - derretimento das geleiras - mortes de seres vivos - fontes hídricas - renováveis - fiscalização	Conservacionista/Pragmática

		governo na infraestrutura da cidade, relacionada à manutenção do transporte público, das ciclovias e das calçadas. Outra condição importante é a substituição de fontes de energia não renováveis, como o petróleo, por fontes de energia renováveis, como a biomassa. Outras opções são fontes hídricas, utilizadas em usinas hidrelétricas para a geração de energia. Outras fontes ainda, como solar, eólica, geotérmica (obtida a partir das altas temperaturas do interior da crosta terrestre), oceânica (obtida a partir da energia cinética das marés) também são opções. Além de serem renováveis, outra vantagem de se utilizar essas fontes de energia é o menor impacto ao ambiente, se comparadas com o uso das fontes não renováveis, de origens fósseis. O governo também pode ampliar a fiscalização do desmatamento e das queimadas no território nacional, visto que essas práticas normalmente são realizadas sem a autorização de órgãos ambientais, configurando um crime. Os responsáveis, então, respondem pelo crime praticado, podendo ser presos e sujeitos ao pagamento de multas. FLORIDASTOCK/SHUTTERSTOCK.COM  » O derretimento de geleiras prejudica a sobrevivência de diversas espécies de animais. 146			
Origens	Pg. 111	3. Analise as informações a seguir. GIEDRIIUS/SHUTTERSTOCK.COM  Nome científico: <i>Lontra longicaudis</i> Nome popular: Lontra Características: Mamífero semiaquático de pelagem curta, densa e coloração marrom. Possui cauda musculosa e flexível, importante para o deslocamento na água. Narinas e orelhas podem ser fechadas durante o mergulho. As pernas são curtas e os pés possuem membranas entre os dedos. Ocupam ambientes aquáticos, tanto de água doce quanto salgada. Se alimentam principalmente de peixes, mas sua dieta também inclui crustáceos, anfíbios, mamíferos, insetos e aves. A espécie apresenta-se ameaçada de extinção devido à caça, à poluição da água e à destruição do habitat. De acordo com a análise das informações e em seus conhecimentos, faça o que se propõe a seguir. a) A que gênero pertence a lontra? b) A que espécie pertence a lontra? c) Faça uma pesquisa e indique o reino, o filo, a classe, a ordem e a família aos quais a lontra pertence. d) Escolha um animal, faça uma pesquisa e produza uma ficha similar à da lontra. Junto com os colegas, elaborem uma maneira de classificar as fichas produzidas por cada um. Determinem os critérios de classificação que serão considerados e os apresentem à classe.	Atividade sobre a classificação científica da Lontra, demonstrando suas características como habitat, alimentação e problemáticas que envolvem sua espécie.	- semiaquático - ambientes aquáticos - poluição da água	Conservacionista

Origens	Pg. 132	2. A sobrepesca, também chamada de pesca predatória, corresponde à realização da atividade pesqueira de forma desenfreada e excessiva, tornando insustentável a manutenção da população de peixes na natureza. Quando não há estratégias de manejo para a atividade pesqueira, muitos indivíduos adultos podem ser capturados, antes ou durante sua fase reprodutiva, fazendo que não restem adultos suficientes para reestabelecer a população. Na sobrepesca, portanto, há a superexploração das populações de peixes. Com base nas informações apresentadas e em seus conhecimentos, faça o que se propõe a seguir. a) Um dos problemas associados à sobrepesca é a redução progressiva da população de peixes no ambiente, deixando-os suscetíveis aos efeitos da deriva genética. Explique essa afirmação. b) Considerando sua resposta ao item (a), justifique a importância da adoção de estratégias de manejo para a atividade pesqueira. Em sua resposta, proponha estratégias que podem ser adotadas por pescadores para garantir que a prática ocorra de forma sustentável. Se necessário, realize uma pesquisa em <i>sites</i> e fontes confiáveis.		-sobrepesca -população de peixes - superexploração	Pragmática
Eletricidade na sociedade e na vida	Pg. 14	O uso de combustíveis fósseis emite gases poluentes na atmosfera, como o gás carbônico (CO₂). O gás carbônico é um dos principais gases do efeito estufa. A emissão de gases poluentes, sobretudo de gases do efeito estufa, ocasiona mudanças climáticas, cujos impactos envolvem a alteração do regime de chuvas, o derretimento de geleiras e a morte de diversos seres vivos. [...] Atualmente, buscam-se alternativas à utilização do petróleo para o setor energético, considerando a necessidade e a capacidade de produção de cada país. A maioria das alternativas, apesar de menos poluentes, não são tão eficientes em termos energéticos, motivo pelo qual investimentos em pesquisas científicas que busquem ampliar a eficiência de fontes de energia são de fundamental importância para a sociedade e a conservação do meio ambiente.	Efeitos dos poluentes no meio ambiente.	- mudanças climáticas -regime de chuvas - derretimento de geleiras -morte de diversos seres vivos	Pragmática
Eletricidade na sociedade e na vida	Pg. 20	O movimento da água é considerado uma fonte de energia, denominado energia hídrica. Comumente, o movimento da água é utilizado para a produção de energia elétrica em usinas hidrelétricas. Nessas usinas, a água em movimento gira as turbinas, acionando os geradores que produzem a energia elétrica. A utilização do movimento da água como fonte energética depende de o nível dos rios estar alto, o que está diretamente relacionado ao regime de chuvas da região em que se encontra. Como o regime de chuvas pode ser variável ao longo do ano, o nível dos rios pode oscilar e o abastecimento de energia pode ficar prejudicado. Na natureza, o movimento contínuo da água presente nos oceanos, continentes (superfície, solo e rocha) e na atmosfera, associado às mudanças de estado físico da água, é conhecido como ciclo hidrológico. Esse ciclo torna a água uma fonte energética inesgotável.	Explicação sobre o movimento da água para a geração de energia e efeitos.	-energia hídrica -água -regime de chuvas -oceanos - ciclo hidrológico - rio - espécies de peixes	Crítica

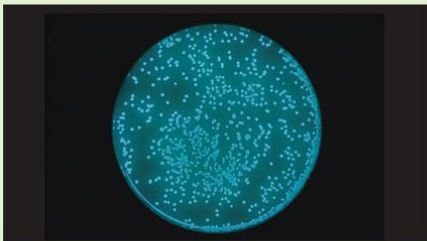
		[...] A energia hídrica não emite gases poluentes, contudo a construção e o funcionamento das usinas hidrelétricas podem provocar impactos sociais e ambientais de grandes proporções. Isso porque, para a instalação das usinas, de modo geral, é necessário que sejam construídas barragens ao longo do curso dos rios, para que a água seja represada em um grande reservatório, impedindo a comunicação íntegra dos dois lados do rio, o que pode prejudicar a reprodução de algumas espécies de peixes que precisam desovar rio acima. Como uma extensa área é alagada, a vegetação local fica submersa e os animais têm de deixar o seu habitat natural, além de obrigar as comunidades do entorno a abandonar suas residências. JOÃO KLEBER LETEGUETTY IMAGES  » No rio São Francisco, está instalada a usina hidrelétrica de Xingó (entre os municípios de Piranhas, AL, e Canindé de São Francisco, SE). MARCELO BRUNETTI/REUTERS IMAGES   » Vista aérea da usina hidrelétrica de Itaipu em dois momentos: à esquerda, durante sua construção, em 1982, e à direita, em 2009. Observe o fluxo natural do rio, à esquerda, e o grande reservatório formado pela barragem, à direita (Foz do Iguaçu, PR). REUTERS IMAGES/REUTERS IMAGES			
--	--	---	--	--	--

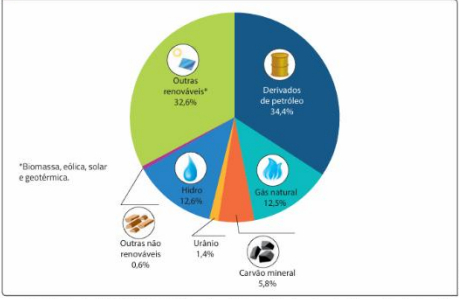
Quadros de categorias sobre Serviços ecossistêmicos marinhos

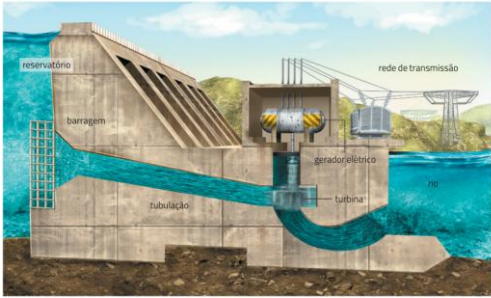
Volume	Nº Página	Unidade de Contexto (trecho selecionado para evidenciar o tema)	Unidade de significado (essência do trecho)	Termo chave	Relação com EA
Matéria, energia e vida	Pg. 17	A chuva que cai sobre as superfícies terrestres e a água proveniente da fusão do gelo das montanhas podem escoar até atingir corpos d'água , como rios e lagos , que desembocam nos oceanos ao final de seus cursos. Também podem se infiltrar no solo, reabastecendo reservatórios subterrâneos (6). Parte da água disponível nos solos pode ser absorvida pelas plantas (7). Alguns fenômenos naturais podem interferir no ciclo da água, como as queimadas que ocorrem naturalmente em algumas regiões ao redor no mundo. As queimadas também podem ser provocadas por algumas atividades humanas, que, junto ao desmatamento, estão	Trecho associada que aborda o ciclo da água, os efeitos das queimadas e do desmatamento na transpiração vegetal, no regime de chuvas e na disponibilidade hídrica.	- chuva - corpos d'água - rios e lagos - reservatórios subterrâneos - escassez das chuvas	Pragmática

		normalmente relacionadas a práticas agrícolas. As queimadas e o desmatamento removem a cobertura vegetal existente em determinada região, o que reduz a taxa de transpiração das plantas. Além disso, a inexistência da cobertura vegetal reduz a interceptação da chuva, fazendo que toda a água da chuva se infiltre no solo, o que diminui a evaporação. Portanto, menor taxa de evapotranspiração significa menor quantidade de vapor-d'água na atmosfera, o que influencia o regime de chuvas da região, reduzindo a taxa de precipitações. A baixa ocorrência de chuvas pode trazer consequências ao ambiente, ao prejudicar o desenvolvimento de plantas que delas dependem para se desenvolver. Também compromete o reabastecimento dos corpos d'água, como rios, ao reduzir seus níveis. Em casos de escassez prolongada, é possível que ocorra o desaparecimento de alguns corpos d'água, resultando na morte dos seres vivos neles encontrados ou de animais que deles se utilizavam para a dessedentação. A escassez das chuvas também pode prejudicar alguns setores da sociedade humana, como a agricultura, interferindo no plantio de alguns cultivados. Reduz, ainda, o nível dos reservatórios utilizados no abastecimento de água e a geração de energia elétrica em usinas hidrelétricas. Essas consequências podem ser evitadas ou minimizadas por meio da preservação dos ambientes florestais e do reflorestamento de áreas que já se encontram desmatadas. Existem alguns programas governamentais e de organizações não governamentais (ONGs) que fomentam projetos de reflorestamento no país, incentivando a recuperação de áreas degradadas.			
--	--	--	--	--	--

Matéria, energia e vida	Pg. 18	1. Leia o texto a seguir. A Floresta Amazônica produz imensas quantidades de água para o restante do país e da América do Sul. Os chamados “rios voadores”, formados por massas de ar carregadas de vapor-d’água gerados pela evapotranspiração na Amazônia, levam umidade da Bacia Amazônica para o Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil. Esses rios voadores também influenciam chuvas Assegurar a biodiversidade é importante porque ela garante maior sustentabilidade natural para todas as formas de vida [...]. Preservar a biodiversidade amazônica, portanto, quer dizer contribuir para estabilizar outros ecossistemas na região. [...] POR QUE a Amazônia é vital para o mundo? G1, 22 ago. 2019. Disponível em: https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/08/22/por-que-a-amazonia-e-vital-para-o-mundo.ghtml. Acesso em: 29 abr. 2020. Com base nas informações do texto e em seus conhecimentos, responda às questões a seguir. a) As plantas exercem papel fundamental no ciclo da água. Que papel é esse? b) Nas últimas décadas, o desmatamento da Amazônia tem aumentado. Além de provocar a morte de seres vivos que vivem no local, o desmatamento da Amazônia pode interferir em alguns setores de nossa sociedade, como a economia. Explique como se dá essa interferência. c) A preservação da Amazônia é importante para a manutenção da diversidade de espécies de seres vivos existentes nessa floresta e das relações que estabelecem entre si. Forme um grupo com seus colegas e realize uma pesquisa a respeito da Amazônia, destacando sua extensão territorial, os países que a abrangem e aspectos de sua biodiversidade. Registrem os resultados de sua pesquisa em seus cadernos.	Tratam da importância da Floresta Amazônica na regulação do clima e do ciclo da água, por meio dos chamados “rios voadores”, além das consequências do desmatamento para a biodiversidade e a sociedade.	- ciclo da água - rios voadores	Pragmática
Matéria, energia e vida	Pg. 142	1. Leia o texto a seguir. [...] Os manguezais [...] caracterizam-se pelo sedimento lamacento e salino, inundado diariamente pela maré. Sobre esse sedimento formam-se bosques de árvores que apresentam adaptações para sobreviver à salinidade e à inundação. Essas florestas peculiares têm grande importância [...] porque são áreas de reprodu��o e atuam como ber��rios para várias espécies marinhas, em especial crustáceos e peixes, que encontram nas águas tranquilas e escuras o refúgio ideal para suas larvas e filhotes. As folhas das árvores do mangue que caem no sedimento são trituradas pelos pequenos caranguejos [...] e são levadas pelas marés, servindo de alimento para pequenos organismos marinhos. Estes são consumidos por animais maiores, que por sua vez [...] entram na dieta dos grandes peixes, pescados e são consumidos pelos humanos. Essa seq��ncia �� chamada de cadeia alimentar. Os mangues, portanto, formam a base da cadeia alimentar marinha. As ��guas próximas aos manguezais são muito ricas em matéria orgânica, e �� por isso que nessas águas os pescadores encontram grandes quantidades de peixes, crustáceos e moluscos. [...] MENEZES, M. P. M.; MEHLIG, U. Manguezais: as florestas da Amazônia costeira. Ciência Hoje. Disponível em: http://cienciahoje.org.br/artigo/manguezais-as-florestas-da-amazonia-costeira/. Acesso em: 17 jul. 2020. Com base nas informa��es do texto, responda às questões a seguir. a) Qual a importância do mangue para os ambientes marinhos? b) Quantos níveis tróficos são citados no texto? Identifique-os. c) Em qual nível tr��fico há menor quantidade de energia disponível? Justifique sua resposta. d) Considere que a quantidade de energia disponibilizada pelos produtores dessa cadeia seja equivalente a 1 287 kcal/m��. Determine a quantidade de energia disponibilizada pelos demais seres vivos.	Benefícios e a importância do manguezal, embora as questões aprofundem no funcionamento do ecossistema.	- manguezais - ambientes marinhos	Pragmática
	Pg. 23	Existem inúmeras formas de se coletar dados em uma investiga��o. Por exemplo, �� possível obter documentos e textos impressos em bibliotecas, ou disponíveis na internet; coletar amostras de	Aborda métodos de coleta de dados utilizados em	-Fatores abiot��cos - diretamente	Pragmática

Ciência, tecnologia e cidadania		material biológico; fazer medições em campo de fatores abióticos, como a temperatura e a luminosidade; fazer registros fotográficos ou gravações do ambiente pesquisado; aplicar questionários ou realizar entrevistas com um conjunto de pessoas; entre outras. Em cada um dos exemplos, são utilizados diferentes instrumentos para se realizar a coleta de dados, tais como: livros, computadores, materiais e equipamentos de laboratório, câmeras de fotografia ou de gravação de vídeo etc.  Os dados de uma pesquisa podem ser coletados diretamente no ambiente, adotando-se os devidos cuidados para não serem modificados pela interferência do pesquisador.	investigações científicas.	no ambiente (retirado da imagem)	
Ciência, tecnologia e cidadania	Pg. 64	Com o avanço dos conhecimentos científicos e tecnológicos, as biotecnologias têm sido aprimoradas e passaram a incluir a manipulação do material genético dos seres vivos, o que influencia a produção de alimentos, questões ambientais e de saúde, como no caso da bioluminescência. O desenvolvimento de organismos geneticamente modificados, a clonagem de células e de organismos e o uso de células-tronco serão alguns dos assuntos que iremos estudar neste tema. Alguns seres vivos emitem luz naturalmente, fenômeno conhecido como bioluminescência. Modificações realizadas em alguns microrganismos fazem que estes emitam ou amplifiquem sua bioluminescência, o que permite que sejam utilizados pela espécie humana para iluminar ambientes por meio de lâmpadas, cartazes ou fachadas luminosas. Isso reduz o consumo de energia elétrica, assim como a retirada de materiais do ambiente para a construção das lâmpadas e reduz a emissão de gases de efeito estufa ao ambiente. Além disso, o resíduo formado é 100% orgânico, e pode ser reutilizado como adubo.  » Colônias de bactérias bioluminescentes marinhas (<i>Photobacterium phosphoreum</i>). KPIWANGKAMONT/SHUTTERSTOCK.COM	O trecho aborda o uso da biotecnologia para desenvolver microrganismos geneticamente modificados, como bactérias bioluminescentes, que podem substituir lâmpadas artificiais.	- bioluminescentes marinhas (retirado da imagem)	Pragmática
	Pg. 28	Ao observarmos o gráfico, é possível verificar que 54,7% das fontes de energia utilizadas pelo Brasil são não renováveis: petróleo (34,4%), gás natural (12,5%), carvão mineral (5,8%), urânio (1,4%) e outras (0,6%). Dos 45,3% de fontes de energia	Discussão sobre a matriz energética brasileira.	- ocorrência de chuvas - existência de muitos rios	Pragmática

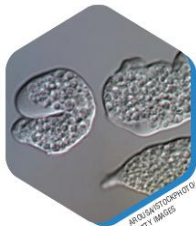
Eletricidade na sociedade e na vida		renováveis, 12,6% correspondem à energia hídrica. Apesar de as fontes não renováveis ainda serem utilizadas em maior proporção, a matriz energética do Brasil é bem diferente da matriz energética mundial. Pouco menos da metade das fontes energéticas utilizadas no Brasil provém de recursos renováveis, como a biomassa e a energia hídrica. Em nosso país, existe um grande investimento no uso da biomassa, sobre tudo para a geração de biocombustíveis, como o etanol, que é utilizado como combustível por grande parte dos veículos. Isso pode ser justificado pela grande disponibilidade de terras para plantio, além das condições climáticas favoráveis para essa atividade, como a temperatura e a ocorrência de chuvas. Entre as vantagens associadas ao uso da biomassa, estão: o baixo custo; a facilidade em armazená-la e transportá-la; a possibilidade de reaproveitamento de resíduos; e a emissão de menos gases poluentes, em comparação com os combustíveis de origem fóssil. No Brasil, a energia hídrica também é bastante utilizada devido à existência de muitos rios com potencial para tal. » Matriz energética brasileira em 2018  Fonte dos dados: BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético. Resenha Energética Brasileira. Brasília, DF, 2019. Disponível em: http://www.mme.gov.br/documents/36208/948169/ResenhaEnerg%C3%A9tica+Brasil+2019+v3.pdf/52e26263-e612-406a-6a21-e6fac950168b. Acesso em: 30 maio 2020.			
Eletricidade na sociedade e na vida	Pg. 32	O movimento da água dos mares e dos oceanos, como ondas, marés e correntes marítimas, é denominado energia oceânica. Nos últimos anos, a energia oceânica tem sido explorada como fonte energética alternativa. Existem alguns equipamentos específicos capazes de trans formar a energia mecânica do movimento da água de mares e de oceanos em energia elétrica. Contudo, o aproveitamento dessa fonte de energia ainda está em fase de estudo. Há poucas usinas no mundo que utilizam a energia oceânica para a geração de energia elétrica. No Brasil, a primeira usina de ondas foi testada no Ceará. As operações do projeto foram iniciadas no ano de 2012, com o intuito de iniciar seu funcionamento em 2020. Contudo, as atividades da usina ainda estão sob estudos.	Aborda a utilização de um processo natural dos oceanos (o movimento das águas)	- água dos mares e dos oceanos - energia oceânica	Pragmática

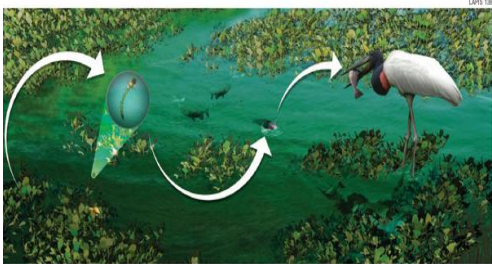
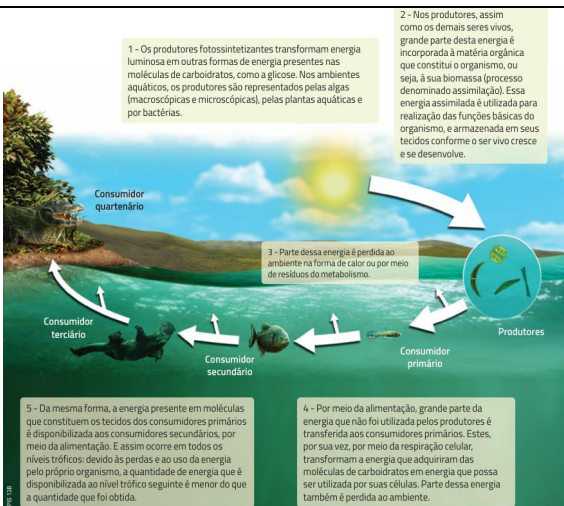
					
Eletricidade na sociedade e na vida	Pg. 36	As usinas hidrelétricas utilizam a energia hídrica, relacionada ao movimento da água, para a geração de energia elétrica. Para que uma usina hidrelétrica funcione é necessário que haja um grande reservatório de água. Para tanto, constrói-se uma barragem de concreto, que possibilita o represamento da água de um rio. A altura da coluna de água represada deve ser suficiente para que, ao escoar por tubulações, seja capaz de operar turbinas. As hélices das turbinas giram com o movimento da água acionando geradores elétricos. Nos geradores, a energia mecânica é transformada em energia elétrica, que é distribuída aos usuários pela rede de transmissão. A água utilizada para o movimento das turbinas segue o fluxo do rio. Veja o esquema de funcionamento de uma usina hidrelétrica.  » Representação da estrutura de uma usina hidrelétrica (imagem sem escala; cores: fantasia). ITAPU BINACIONAL. Disponível em: <https://www.itapu.gov.br/energia/barragem>. Acesso em: 18 ago. 2020.	Processo de funcionamento e estrutura de uma usina hidrelétrica.	- usinas hidrelétricas - fluxo do rio	Pragmática
Eletricidade na sociedade e na vida	Pg. 42	As usinas oceânicas utilizam a energia oceânica, presente no movimento das ondas do mar e do oceano, para a geração de energia elétrica. Diferentes equipamentos conseguem aproveitar a energia mecânica e transformá-la em energia elétrica. O esquema a seguir apresenta um deles. No caso, flutuadores se movimentam conforme o movimento das ondas. O movimento dos flutuadores promove, por consequência, o movimento de braços mecânicos, os quais acionam uma bomba hidráulica.	Processo de funcionamento e estrutura de uma usina oceânica.	- usinas oceânicas	Pragmática

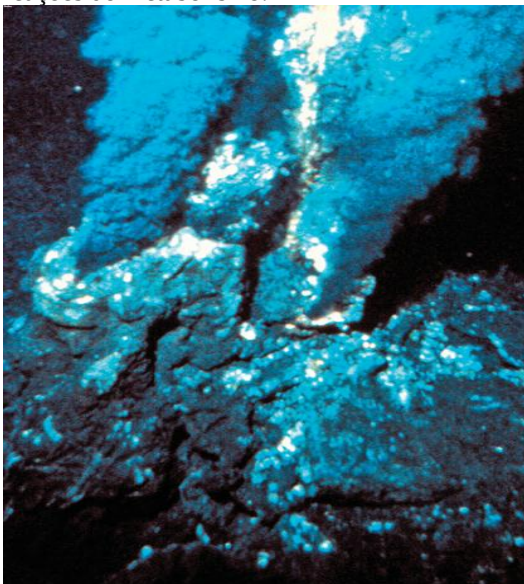
		ENERGIA das ondas no Brasil. Portal Biosistemas Brasil. 1 maio 2018. Disponível em: http://www.portalbiosistemas.com.br/portalbiosistemas/?p=7953. Acesso em: 14 jul. 2020. » Representação da estrutura de usina oceânica (imagem sem escala; cores-fantasia).			
Eletricidade na sociedade e na vida	Pg. 43	3. Quando o regime de chuvas no país é reduzido drasticamente, é possível que alguns setores sejam interrompidos, de modo a evitar a ocorrência de apagões – quando há a interrupção do suprimento de energia elétrica. A respeito do assunto, responda. a) Por que podem ocorrer apagões quando há escassez de chuvas no Brasil? Explique sua resposta. b) Que estratégias você proporia para evitar a ocorrência de apagões, quando há escassez de chuvas no Brasil? c) Alguns acidentes também podem provocar apagões. Um exemplo é a ocorrência de falhas técnicas em subestações da rede elétrica. Nesse caso, por que o apagão ocorre? Explique sua resposta. d) Que estratégias você proporia para evitar a ocorrência de apagões, quando há acidentes na rede elétrica?	Atividade sobre regime de chuvas no Brasil e ligação com geração de energia elétrica.	- chuvas - energia elétrica	Pragmática

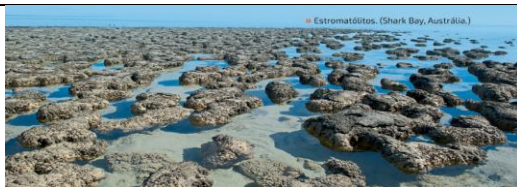
Quadros de categorias sobre Ecossistemas Oceânicos

Volume	Nº Página	Unidade de Contexto (trecho selecionado para evidenciar o tema)	Unidade de significado (essência do trecho)	Termo chave	Relação com EA
Ciência, Sociedade e Ambiente	Pg. 129	[...] Nos oceanos, a luz solar se torna menos intensa conforme aumenta a profundidade, existindo locais em que a luz não chega. As espécies que fazem fotossíntese, processo que depende da luz para ocorrer, ocorrem principalmente nas camadas superficiais dos oceanos , onde a luz se faz presente. Os organismos que vivem em um ecossistema também estabelecem relações entre si. Essas relações podem ocorrer entre indivíduos de uma mesma espécie ou entre indivíduos de espécies diferentes. O modo como essas relações se manifestam, somadas às relações com as condições abióticas, garante um certo equilíbrio dinâmico nos ecossistemas, ao que denominamos, equilíbrio ecológico. Um grupo de organismos da mesma espécie vivendo em um determinado local, constitui uma população. As diferentes populações existentes em uma região constituem as comunidades. As comunidades presentes nos ecossistemas são formadas por representantes dos mais diversos grupos de seres vivos, incluindo as bactérias, os protozoários, as algas, os fungos, os animais e as plantas,	Conceituação de ecossistema, fatores abióticos, adaptação, população, comunidade e equilíbrio ecológico	- Ecossistema - Fatores abióticos - Água - Oceanos	Conservacionista
Ciência, Sociedade	Pg. 131	Os protozoários são seres eucariontes e unicelulares. Eles são encontrados em ambientes aquáticos e terrestres, e em associação com alguns organismos. Os protozoários apresentam diferentes estruturas para locomoção. Algumas espécies apresentam flagelos, estruturas alongadas que realizam movimentos	Descreve características biológicas dos protozoários - estrutura celular, habitat,	Ambientes aquáticos	Conservacionista

e Ambiente		ondulatórios; outras podem apresentar cílios, estruturas de menor extensão, curtas, arrançadas em filas; outras, prolongamentos do citoplasma celular, denominados pseudópodes.  Protozoário com pseudópodes, da espécie <i>Entamoeba histolytica</i>. (Imagem de microscopia óptica, aumento aproximado de 500 vezes; colorida artificialmente.)	locomoção, etc.		
Ciência, Sociedade e Ambiente	Pg. 131	As algas são seres eucariontes, unicelulares ou pluricelulares e autotróficos. Elas ocupam, principalmente, ambientes aquáticos, sendo os principais organismos produtores das cadeias alimentares de tais ambientes. Muitas delas realizam fotossíntese.  » Algas vermelhas, da espécie <i>Asparagopsis</i> sp.	Apresentação das algas e sua função ecológica	- algas - ambientes aquáticos	Conservacionista
Matéria, energia e vida	Pg. 132	 As cadeias alimentares são diagramas que representam as relações alimentares estabelecidas entre os seres vivos. Para compor esses diagramas, costuma-se utilizar setas entre os organismos que se relacionam em uma cadeia alimentar. Na ponta da seta é indicado aquele que se alimenta do outro, conforme representado na ilustração a seguir. Na cadeia alimentar representada, podemos identificar as seguintes relações alimentares: o tuiuiú se alimentando de um peixe; o peixe, por sua vez, se alimentando de uma larva de inseto; a larva, por sua vez, se alimentando de aguapé. Essas relações podem ser representadas da seguinte forma.	Representação da cadeia alimentar.	- cadeias alimentares - peixe - aguapé	Pragmática

		 Representação de uma cadeia alimentar do Pantanal. Da esquerda para direita: aguapé, larva de inseto, peixe e tuiú. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)			
Matéria, energia e vida	Pg. 139	 1 - Os produtores fotossintetizantes transformam energia luminosa em outras formas de energia presentes nas moléculas de carboidratos, como a glicose. Nos ambientes aquáticos, os produtores são representados pelas algas (macroscópicas e microscópicas), pelas plantas aquáticas e por bactérias. 2 - Nos produtores, assim como os demais seres vivos, grande parte desta energia é incorporada à matéria orgânica que constitui o organismo, ou seja, à sua biomassa (processo denominado assimilação). Essa energia assimilada é utilizada para realização das funções básicas do organismo, e armazenada em seus tecidos conforme o ser vivo cresce e se desenvolve. 3 - Parte dessa energia é perdida ao ambiente na forma de calor ou por meio de resíduos do metabolismo. 4 - Por meio da alimentação, grande parte da energia que não foi utilizada pelos produtores é transferida aos consumidores primários. Estes, por sua vez, por meio da respiração celular, transformam a energia que adquiriram das moléculas de carboidratos em energia que possa ser utilizada por suas células. Parte dessa energia também é perdida ao ambiente. 5 - Da mesma forma, a energia presente em moléculas que constituem os tecidos dos consumidores primários é disponibilizada aos consumidores secundários, por meio da alimentação. E assim ocorre em todos os níveis tróficos: devido às perdas e ao uso da energia pelo próprio organismo, a quantidade de energia que é disponibilizada ao nível trófico seguinte é menor do que a quantidade que foi obtida. A energia segue um fluxo ao longo das cadeias alimentares, não podendo ser reciclada. Esse fluxo é unidirecional, pois flui dos produtores em direção aos consumidores, como mostra o esquema abaixo. Perceba que, o fluxo de energia nas cadeias alimentares é representado por meio das setas entre os níveis tróficos. A largura dessas setas pode representar a quantidade de energia que é transferida aos seres vivos ou dissipada ao ambiente,	Transformações e transferências de energia nas cadeias alimentares	- fluxo de energia - níveis tróficos	Pragmática
Origens	Pg. 90	Uma série de fatores foram importantes para o desenvolvimento da vida na Terra. Mas para muitos cientistas, a existência de água líquida é a condição mais importante para possibilitar a existência de vida. A presença de água líquida e as condições que a permitam existir nesse estado físico são utilizadas como parâmetros para a definição de zonas habitáveis . A zona habitável de um sistema planetário, portanto, é a região ao redor de uma estrela cuja radiação emitida permita temperaturas suficientes para que a água seja encontrada no estado líquido. Nesse sentido, os planetas localizados em zonas habitáveis podem conter água líquida, e, conseqüentemente, abrigar vida .	Busca de vida fora do Planeta Terra	-água líquida -zonas habitáveis -abrigar vida.	Conservacionista
Origens	Pg. 99	Parte dos cientistas acredita que essas redes metabólicas teriam se formado em aberturas similares às fontes hidrotermais localizadas no fundo dos oceanos . Atualmente, diversos seres vivos, como bactérias, crustáceos, anelídeos, entre outros, são encontrados vivendo ao redor das fontes hidrotermais, utilizando compostos aí presentes como fonte principal de energia. Assim, a ideia de que o metabolismo veio primeiro é sustentada pelo fato de que antes de se reproduzir, um	Importância das reações metabólicas.	- fontes hidrotermais - oceanos - autossustentável	Pragmática/Conservacionista

		organismo vivo precisa ser autossustentável, isto é, capaz de se manter vivo. Isso é possível devido às reações do metabolismo.  » Fonte hidrotermal, localizada no Oceano Atlântico.			
Origens	Pg. 101	Ainda não se sabe qual teria sido a origem do primeiro ser vivo, tampouco como as primeiras células teriam se formado. No entanto, as mais antigas evidências de vida em nosso planeta datam 3,5 bilhões de anos atrás. No caso, essas evidências são os estromatólitos, rochas sedimentares produzidas pela atividade de seres procariontes primitivos. Isso significa que, possivelmente, a vida teria surgido muito antes dessa data. Os estromatólitos sugerem que as células procarióticas já estariam presentes na superfície do planeta há 3,5 bilhões de anos. Estudos apontam que as células eucarióticas tenham surgido por volta de 1,8 bilhões de anos, a partir de uma célula procariótica ancestral.	Descrição do possível primeiro ser vivo no planeta Terra.	- estromatólitos	Pragmática/Conse rvacionista

**Saiba mais**

As **células procarióticas** possuem material genético disperso no citoplasma e não apresentam estruturas membranosas em seu interior, como cloroplastos e mitocôndrias. Atualmente, são representadas pelas bactérias e pelas arqueas. As **células eucarióticas** possuem material genético organizado no interior de um núcleo e apresentam estruturas membranosas em seu interior, como os cloroplastos e as mitocôndrias. Atualmente, são representadas por protozoários, algas e fungos unicelulares, além de formarem o corpo de algas e de fungos pluricelulares, de plantas e de animais.