

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS**

PRODUTO EDUCACIONAL

**Educação Ambiental Crítica e Modelagem
Matemática: um caderno de propostas
para o ensino médio.**

BRUNO GABRIEL D'AVILA

**JOINVILLE, SC
2025**

Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Programa: ENSINO DE CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS

Nível: MESTRADO PROFISSIONAL

Área de Concentração: Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias.

Linha de Pesquisa: Práticas Educativas e Processos de Aprendizagem no Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias

Título: Educação Ambiental Crítica e Modelagem Matemática: um caderno de propostas para o ensino médio.

Autor: Bruno Gabriel D'Avila

Orientadora: Regina Helena Munhoz

Data: 30/07/2025

Produto Educacional: Caderno Pedagógico

Nível de ensino: Ensino Médio.

Área de Conhecimento: Matemática

Tema: Educação Ambiental Crítica

Descrição do Produto Educacional:

Este caderno pedagógico é fruto de uma pesquisa de mestrado que busca se debruçar sobre as possíveis articulações entre Educação Ambiental Crítica e Modelagem Matemática. O caderno foi idealizado para professores/as que ensinam matemática e queiram trabalhar a temática ambiental em suas aulas com turmas de Ensino Médio. O material apresenta uma breve exposição teórica da Educação Ambiental Crítica e da Modelagem Matemática, e em seguida traz três possíveis percursos de trabalho envolvendo a Educação Ambiental Crítica e a Modelagem Matemática.

Biblioteca Universitária UDESC: <http://www.udesc.br/bibliotecauniversitaria>

Publicação Associada: EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA E MODELAGEM MATEMÁTICA: REFLEXÕES SOBRE UMA PROPOSTA PARA O ENSINO MÉDIO

URL: <http://www.udesc.br/cct/ppgecm>

Arquivo	*Descrição	Formato
3mb	Texto completo	Adobe PDF

Este item está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](#)

Atribuição-Não Comercial-Compartilha Igual CC BY-NC-SA

Educação Ambiental Crítica E Modelagem Matemática:

um caderno de propostas para o ensino médio

Bruno Gabriel D'avila



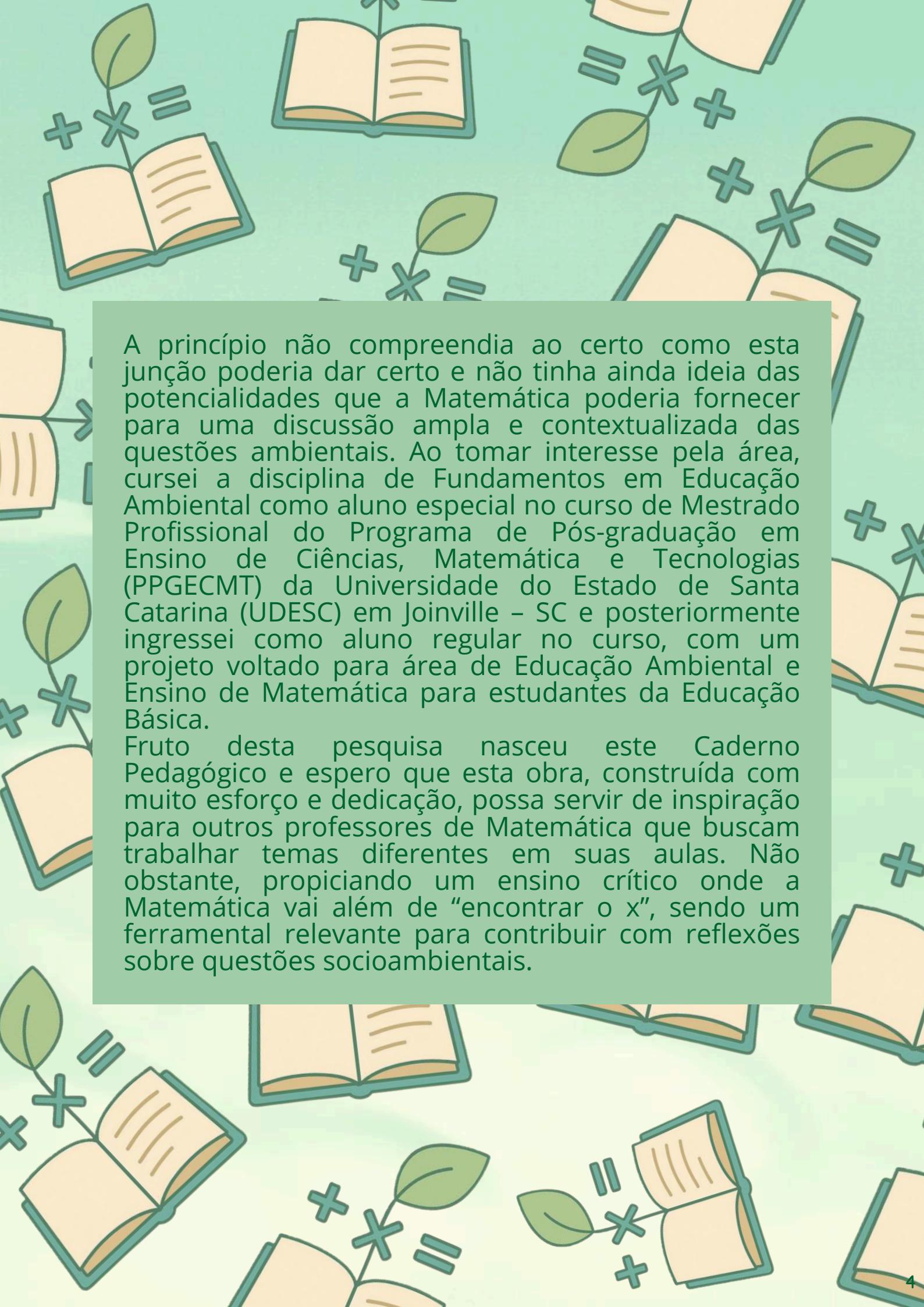
ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO.....	03
2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA.....	08
3 MODELAGEM MATEMÁTICA.....	12
4 POSSÍVEIS MANEIRAS DE ARTICULAR EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA E MODELAGEM MATEMÁTICA.....	15
4.1 UM PERCURSO SEM TEMA PRÉ-DEFINIDO.....	16
4.2 UM PERCURSO DE SEGURANÇA.....	23
4. 2. 1 O Garimpo Ilegal no Brasil	24
4. 2. 2 Acesso a água potável e ao saneamento básico no Brasil	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

Educação Ambiental e Matemática, será que esse diálogo em um contexto de Ensino Médio pode dar certo? É isto que a minha pesquisa de mestrado intitulada “Educação Ambiental Crítica E Modelagem Matemática: reflexões sobre uma proposta para o ensino médio” buscou responder. Recordo-me dos tempos que cursava Licenciatura em Matemática quando fui apresentado pela primeira vez a Educação Ambiental como uma tendência em Educação Matemática, se me fosse feito esta mesma pergunta, acredito que responderia que não seria possível ou pensaria em algo utilizando “regra de três” para calcular quanto que um litro de óleo descartado de maneira errada pode poluir em um rio.

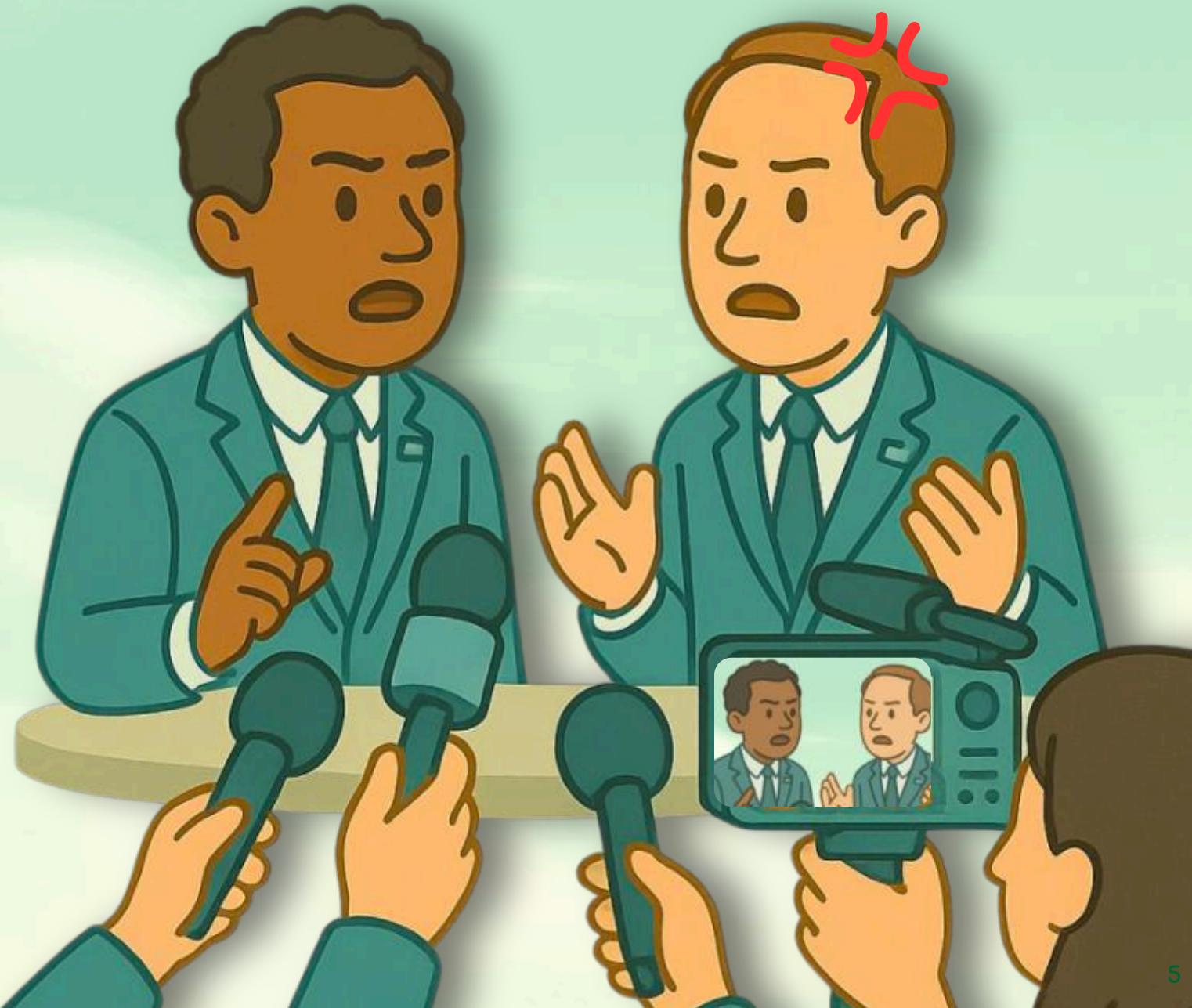




A princípio não compreendia ao certo como esta junção poderia dar certo e não tinha ainda ideia das potencialidades que a Matemática poderia fornecer para uma discussão ampla e contextualizada das questões ambientais. Ao tomar interesse pela área, cursei a disciplina de Fundamentos em Educação Ambiental como aluno especial no curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias (PPGECMT) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) em Joinville - SC e posteriormente ingressei como aluno regular no curso, com um projeto voltado para área de Educação Ambiental e Ensino de Matemática para estudantes da Educação Básica.

Fruto desta pesquisa nasceu este Caderno Pedagógico e espero que esta obra, construída com muito esforço e dedicação, possa servir de inspiração para outros professores de Matemática que buscam trabalhar temas diferentes em suas aulas. Não obstante, propiciando um ensino crítico onde a Matemática vai além de “encontrar o x”, sendo um ferramental relevante para contribuir com reflexões sobre questões socioambientais.

Mas, por que trabalhar com Educação Ambiental? Atualmente é inegável que cada vez mais as questões climáticas tomam papel central na discussão pública. Líderes mundiais erguem-se contra acordos climáticos e com discurso de negação à problemas que se apresentam no mundo enquanto os jornais relatam sobre desastres naturais, as enchentes, secas, desigualdades e todo gênero de eventos climáticos extremos que são cada vez mais frequentes.



Dentro da perspectiva crítica de Educação Ambiental, na qual essa obra se respalda, se entende que essas discussões devem ser tratadas de maneira holística, sem reduzir esses problemas a uma questão pura e simplesmente biológica. Segundo Layrargues e Lima (2014) a Educação Ambiental Crítica busca ir além de uma análise rasa e esvaziada de sentido, refletindo e buscando compreender esses problemas em suas várias características, não se restringindo aos naturais, mas tratando principalmente dos aspectos sociais, políticos e econômicos.

Para o estudo dessas nuances em sala de aula, escolhi a Modelagem Matemática como meio de viabilizar uma prática que possa ser executada, reaplicada ou modificada. Essa tendência em Educação Matemática valoriza, assim como a Educação Ambiental Crítica, práticas onde o estudante possa ter um papel mais ativo nos processos de ensino e aprendizagem, tratando de temáticas que sejam de seu interesse, pesquisando e discutindo o tema escolhido e o mais importante, tomando decisões sobre aquilo que é estudado (Bueno, 2011). Assim a Matemática vai além de um simples decorar de fórmulas ou repetição de exercícios, tornando-se um campo de estudo capaz de estimular o pensamento crítico.



É importante ressaltar que existem legislações brasileiras sobre Educação Ambiental, sendo a mais marcante a Lei nº 9795 de 1999, Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), defendendo uma Educação Ambiental que valorize a consciência crítica e integrada, não sendo responsabilidade de uma disciplina em específico, devendo ser abordada em todos os componentes curriculares. Sendo assim, este Caderno Pedagógico, como já descrito acima, foi elaborado em uma perspectiva crítica de Educação Ambiental e fundamentado também na Modelagem Matemática. No decorrer deste material o leitor irá encontrar um primeiro capítulo abordando brevemente o histórico da Educação Ambiental e as suas concepções. Posteriormente, no segundo capítulo será discutido a Modelagem Matemática e sua conexão com a Educação Ambiental. O terceiro capítulo será dedicado a apresentação de algumas propostas envolvendo Educação Ambiental Crítica e Modelagem Matemática que podem ser desenvolvidas com turmas do Ensino Médio.

2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA

Fazendo uma reflexão histórica sobre questões ambientais, se reconhece que têm se tornado cada vez mais urgente abordar estas questões devido aos problemas ambientais e sociais que o desenvolvimento de nossa sociedade baseada no consumo e na exploração da natureza vem trazendo (Oening et al., 2022). Jardim (2009) afirma que o início da modernidade no século XVIII traz uma mudança profunda na política, cultura e economia, ocasionando a expansão das grandes cidades e posteriormente a industrialização, culminando em um processo de degradação ambiental no qual surgem novos problemas ambientais nesses novos espaços de vida comum.

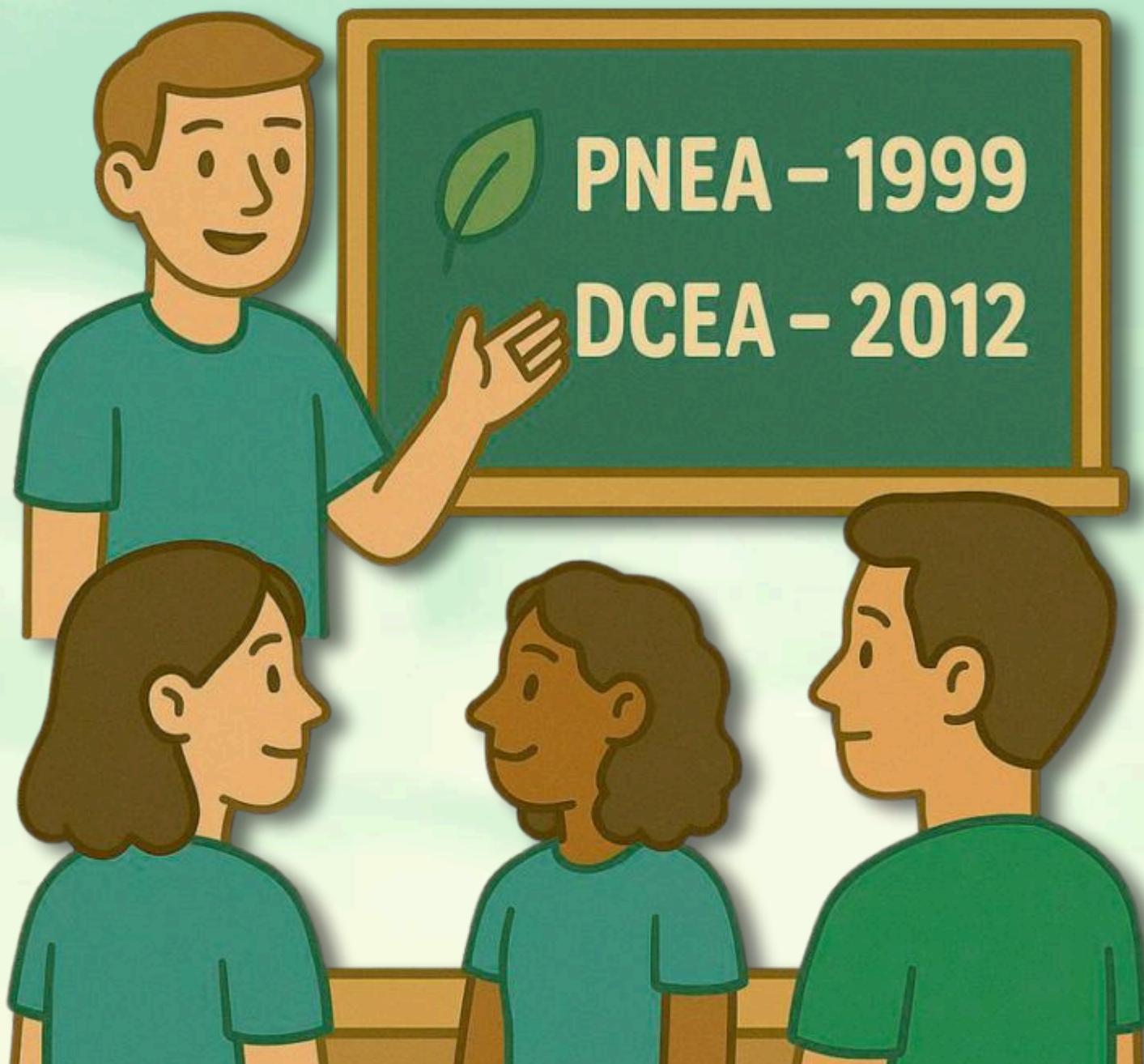
A questão ambiental desponta mundialmente na década de 1970 devido às contradições inerentes de um modo de produção que explora a natureza, causando problemas socioambientais principalmente na camada de população mais carente (Munhoz, 2008). Assim, diversos setores passaram a se preocupar com este processo de degradação ambiental que é capaz de tornar a vida insustentável em um futuro não muito distante. (Munhoz, 2008).



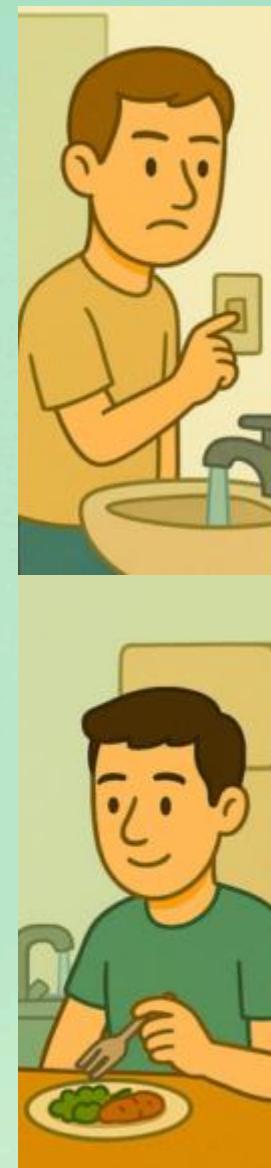
Munhoz (2008) afirma que no contexto brasileiro, as questões ambientais têm sua semente nos anos 1930, em um aspecto conservador marcado pela criação dos Parques Nacionais e códigos ambientais. Carvalho (2001) e Munhoz (2008) colocam que no Brasil a problemática ambiental surge nos espaços de discussão com um olhar também social, para além dos aspectos naturais, no contexto de abertura política da Ditadura Militar Brasileira, ao fim da década de 1970.

A promulgação da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) em 1999 também é um marco importante na trajetória da Educação Ambiental no Brasil, instituindo a discussão ambiental em todas as disciplinas curriculares no Ensino Básico. Ainda em 2012 o Conselho Nacional de Educação (CNE) institui as Diretrizes Curriculares para Educação Ambiental (DCEA) sendo um complemento da PNEA de 1999. Nestas instruções normativas o CNE busca orientar em relação à Educação Ambiental em todos os níveis de ensino.

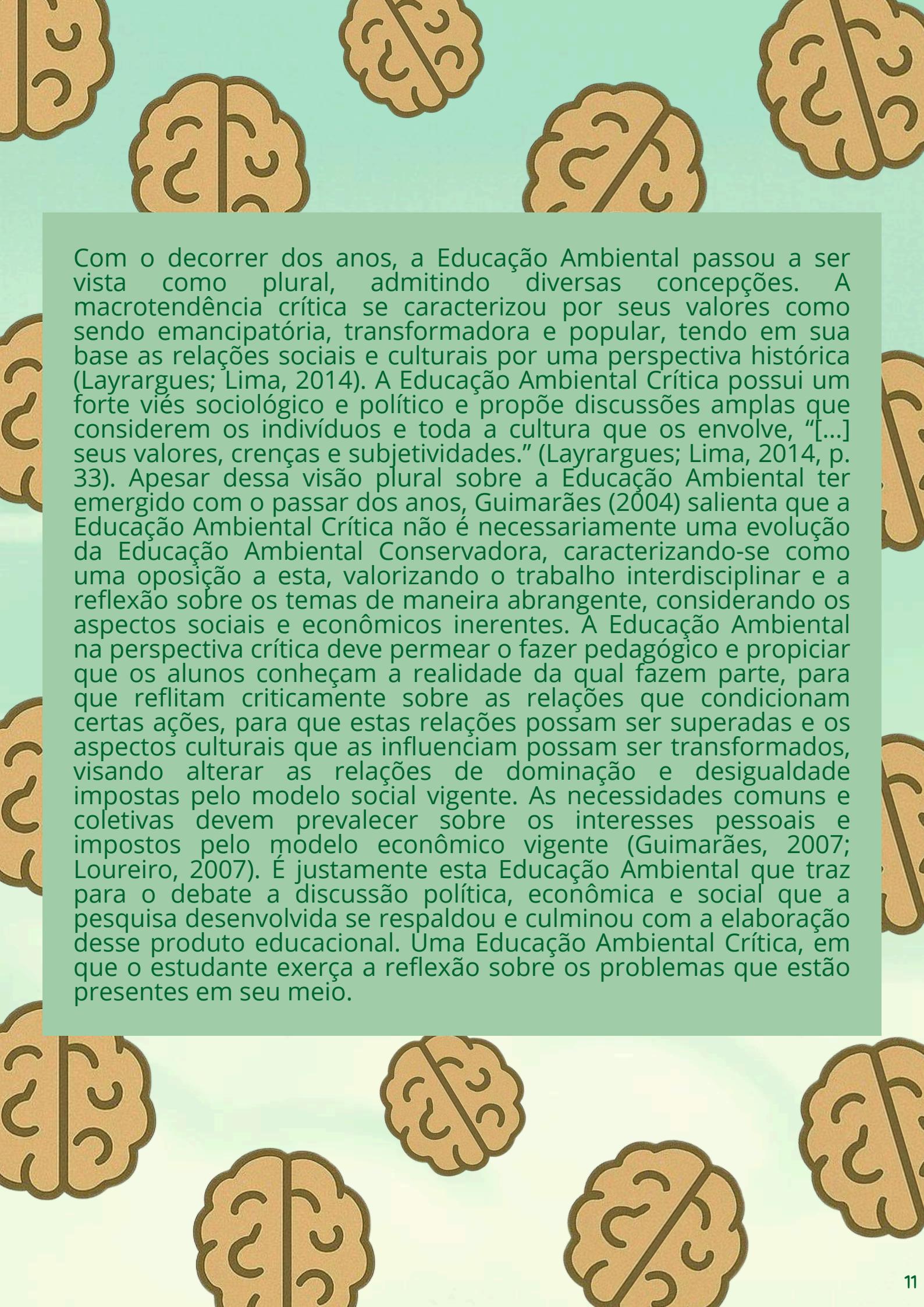
Estas diretrizes apontam para uma Educação Ambiental Crítica, que não seja desconexa da realidade dos envolvidos e também exorta a transversalidade e a interdisciplinaridade da Educação Ambiental, devendo ser uma responsabilidade de toda a comunidade escolar (Brasil, 2012).



Ao analisar as relações entre a Educação Ambiental e o campo educacional, Layrargues e Lima (2014) apresentam três macrotendências político-pedagógicas que fundamentam a Educação Ambiental no Brasil: conservadora, pragmática e crítica. A Educação Ambiental Conservadora foi a primeira forma de abordagem de Educação Ambiental e se fortaleceu a partir de discursos que destacavam a degradação de ambientes naturais, criação de parques nacionais e códigos ambientais, porém consideravam este processo de degradação como necessário para o desenvolvimento tecnológico. Munhoz (2008) baseada em Lima (1999) retrata a prática conservadora como superficial por não buscar as causas dos problemas, tratando apenas das aparências. Segundo Guimarães (2004) a prática conservadora sobrepõe o indivíduo em relação ao coletivo, é descontextualizada, valoriza a disciplinaridade em detrimento a interdisciplinaridade, desvinculando a educação da realidade e da política.



Por sua vez a macrotendência pragmática foi derivada dessa linha conservadora, baseando suas práticas educativas em “ações individuais e comportamentais no âmbito doméstico e privado, de forma a-histórica, apolítica, conteudista e normativa [...]”, considerando os indivíduos como individualmente responsáveis pelos problemas ambientais (Layrargues; Lima, 2014, p. 29). Nesta perspectiva, as práticas educativas têm foco no consumo sustentável de alimentos, de água e energia por cada indivíduo. Esta macrotendência pode ser considerada como uma expressão do neoliberalismo na sua militância pela redução do estado convocando os indivíduos e as empresas para “mudarem seus hábitos” e não promovendo uma verdadeira mudança ao confrontar o modo de produção de nossa sociedade (Layrargues; Lima, 2014).



Com o decorrer dos anos, a Educação Ambiental passou a ser vista como plural, admitindo diversas concepções. A macrotendência crítica se caracterizou por seus valores como sendo emancipatória, transformadora e popular, tendo em sua base as relações sociais e culturais por uma perspectiva histórica (Layrargues; Lima, 2014). A Educação Ambiental Crítica possui um forte viés sociológico e político e propõe discussões amplas que considerem os indivíduos e toda a cultura que os envolve, "[...] seus valores, crenças e subjetividades." (Layrargues; Lima, 2014, p. 33). Apesar dessa visão plural sobre a Educação Ambiental ter emergido com o passar dos anos, Guimarães (2004) salienta que a Educação Ambiental Crítica não é necessariamente uma evolução da Educação Ambiental Conservadora, caracterizando-se como uma oposição a esta, valorizando o trabalho interdisciplinar e a reflexão sobre os temas de maneira abrangente, considerando os aspectos sociais e econômicos inerentes. A Educação Ambiental na perspectiva crítica deve permear o fazer pedagógico e propiciar que os alunos conheçam a realidade da qual fazem parte, para que reflitam criticamente sobre as relações que condicionam certas ações, para que estas relações possam ser superadas e os aspectos culturais que as influenciam possam ser transformados, visando alterar as relações de dominação e desigualdade impostas pelo modelo social vigente. As necessidades comuns e coletivas devem prevalecer sobre os interesses pessoais e impostos pelo modelo econômico vigente (Guimarães, 2007; Loureiro, 2007). É justamente esta Educação Ambiental que traz para o debate a discussão política, econômica e social que a pesquisa desenvolvida se respaldou e culminou com a elaboração desse produto educacional. Uma Educação Ambiental Crítica, em que o estudante exerce a reflexão sobre os problemas que estão presentes em seu meio.

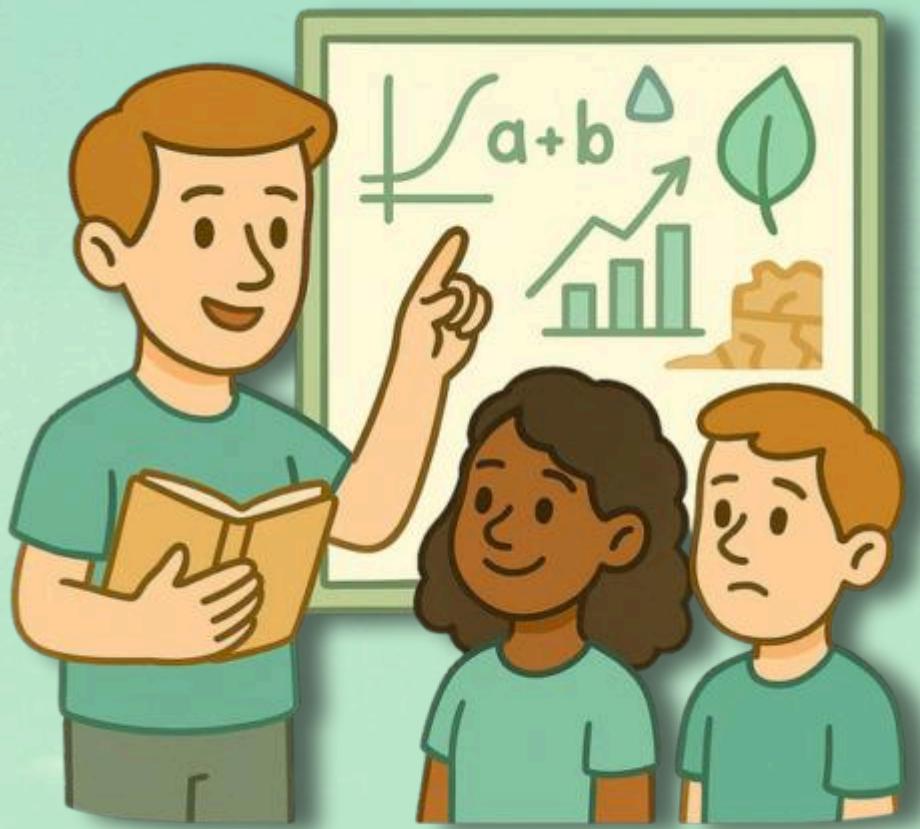
3 MODELAGEM MATEMÁTICA

A modelagem matemática consiste em uma maneira de pensar o Ensino de Matemática que envolve dois conceitos básicos: modelo e modelagem (Bueno, 2011). Bueno (2011) denota que tomando como referência a Matemática Aplicada do meio acadêmico, pode-se haver um equívoco ao considerar que a Modelagem Matemática em contextos de ensino passa pelo mesmo processo da Modelagem Matemática utilizada quando se aborda problemas de ordem técnico-científica. Apesar de haverem similaridades, na Matemática Aplicada existe uma preocupação estrita em encontrar um modelo ou resposta definitiva para um problema, enquanto no contexto educacional emergem outros objetivos (Bueno, 2011). Existem diversas concepções para Modelagem Matemática no campo da Educação, sendo possível se basear em diversos autores. Este Caderno Pedagógico foi tecido a partir da concepção de Ademir Donizeti Caldeira, que de acordo com Araújo (2009) é um autor que se coaduna com a perspectiva crítica de Educação Ambiental, relacionando-a com Modelagem Matemática. Para Caldeira (1998), o **Modelo Matemático** consiste na descrição dos problemas a serem estudados e **Modelagem** como o processo de desenvolvimento desse estudo.



Para Caldeira a importância maior do processo não está em apenas chegar a uma “fórmula” ou uma resposta única e definitiva para determinado problema, a relevância se dá ao fazer uso do ferramental matemático para que o estudante consiga ler e compreender melhor o mundo ao seu redor, partindo do estudo de um problema (Klüber; Burak, 2008). Apesar de não sugerir um processo rígido para Modelagem, Caldeira (1998) em sua tese de doutoramento descreve como ocorreu o processo de modelagem em sua pesquisa, de modo que a partir dessa descrição foi elaborado esse Caderno Pedagógico. O primeiro passo é a definição de um Problema Real, ou seja, os sujeitos envolvidos no processo de modelagem devem trazer uma problemática que seja de interesse e relacionada com a sua vivência. A partir deste problema, define-se uma **Hipótese Simplificada** no qual se buscará sanar após a resolução do **Problema Matemático**, que é quando essa hipótese é posta em termos de ser resolvido com um pensamento matemático. Ali ocorre o processo de **Cálculos e Validação da Solução Matemática**, ou seja, a verificação se o resultado obtido a partir dos cálculos faz sentido de acordo com o **Problema Real Proposto**. Finaliza-se com a chamada **Decisão**, quando os participantes buscam a resposta de sua hipótese a partir desse processo de Modelagem Matemática.

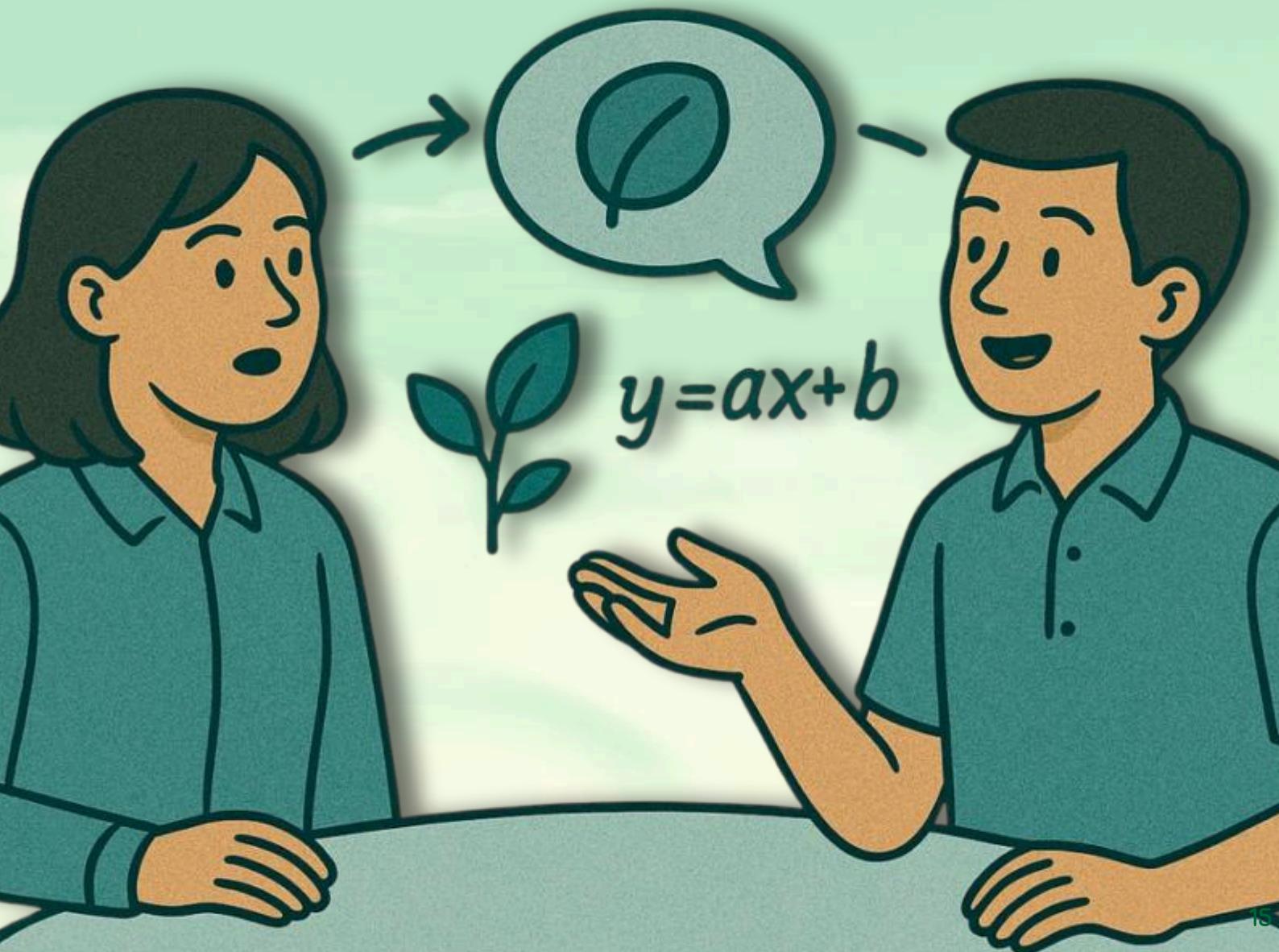




Esta articulação entre Educação Ambiental crítica e Modelagem Matemática torna possível promover um ensino interdisciplinar que pode despertar a curiosidade dos alunos e os engajar na resolução de problemas reais. Por exemplo, ao modelar problemas ambientais, como a degradação de recursos hídricos ou o efeito das mudanças climáticas, os alunos podem aplicar conceitos matemáticos, como álgebra, geometria, estatística e cálculo, para analisar dados, prever tendências e sugerir soluções. Nesse processo, a matemática se torna uma ferramenta de intervenção e reflexão sobre a realidade ambiental (Ferreira; Wodewotzki, 2007). A educação matemática, nesse contexto, certamente não é apenas sobre cálculos, mas sobre uma prática pedagógica que instrumentaliza a análise crítica dos fenômenos que afetam a sociedade. A integração de Educação Ambiental Crítica e Modelagem Matemática permitem aos alunos não apenas compreender, mas também intervir ativamente nas questões ambientais de forma embasada e responsável. A matemática aplicada de maneira contextualizada torna-se uma possibilidade para se buscar a transformação social e ambiental, reforçando a importância de uma educação matemática que tenha relevância para a vida dos estudantes e para os desafios do mundo atual.

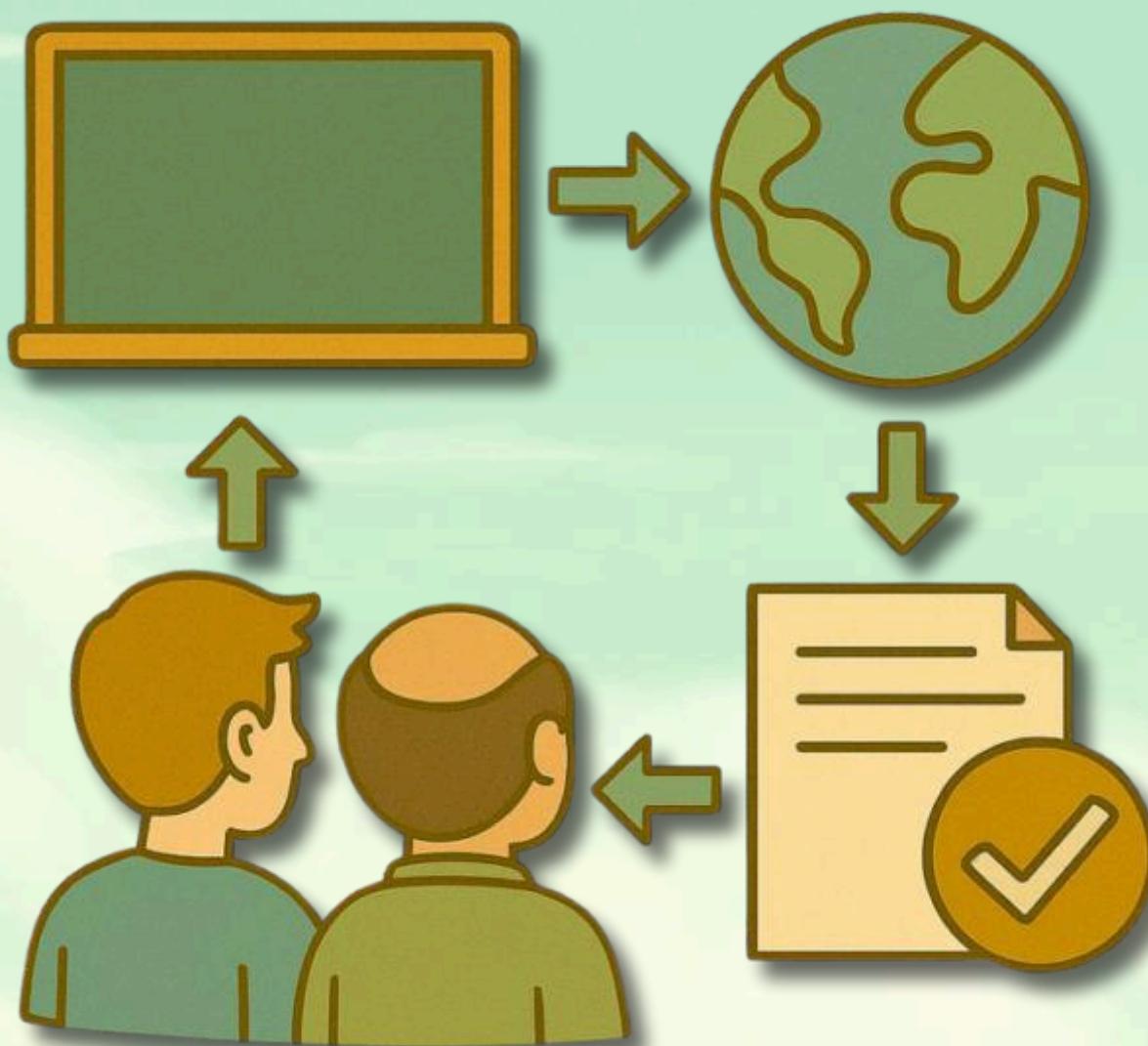
4 POSSÍVEIS MANEIRAS DE ARTICULAR EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA E MODELAGEM MATEMÁTICA

A proposta aqui apresentada foi tecida a partir da experiência do autor construída durante sua pesquisa de mestrado e foi idealizada para o Ensino Médio, devido à maior maturidade e autonomia da faixa etária deste nível de ensino, não obstante ser factível a adaptação para outro contexto que não o Ensino Médio. O propósito é que o professor que tenha acesso a este Caderno Pedagógico possa reproduzir as ideias nele contidas, parcial ou integralmente, de acordo com a sua realidade e com as necessárias adaptações. Deste modo, almejamos inspirar e suscitar reflexões no sentido de incentivar práticas pedagógicas no campo da Educação Ambiental Crítica



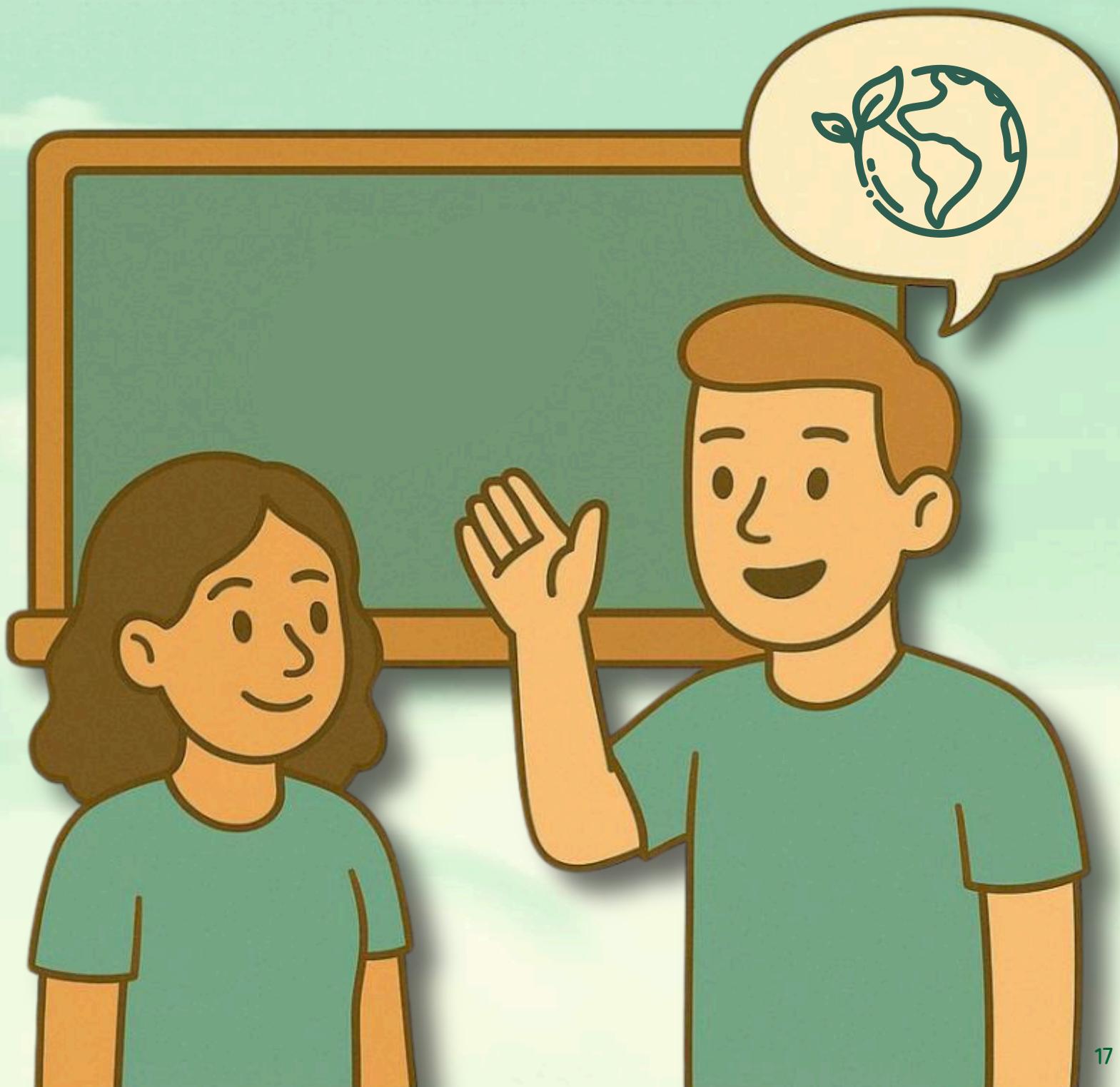
4.1 UM PERCURSO SEM TEMA PRÉ-DEFINIDO

Apresentar-se-á aqui um percurso de Modelagem Matemática e Educação Ambiental Crítica, baseado na concepção de Caldeira (1998). Aqui será exposto um caminho para trabalhar essa articulação sem uma temática ambiental pré-definida, ou seja, os estudantes em conjunto com o professor irão definir um tema e a partir de sua discussão realizar um caminho de Modelagem Matemática para chegar em uma **Decisão** sobre aquilo que está sendo estudado com o auxílio do ferramental matemático. Indica-se que uma proposta mais aberta como esta seja realizada por um professor que já possua certa experiência com Modelagem Matemática e turmas acostumadas a exercer trabalhos com certa autonomia.



1º Momento: Abertura

Procedimentos Pedagógicos: Aqui o professor pode expor para turma que será realizada uma prática envolvendo uma articulação entre Educação Ambiental com o conteúdo de Matemática. Esclarecendo que os conteúdos da disciplina serão exercidos no sentido de refletir sobre as questões ambientais da contemporaneidade, que urgem cada vez mais.

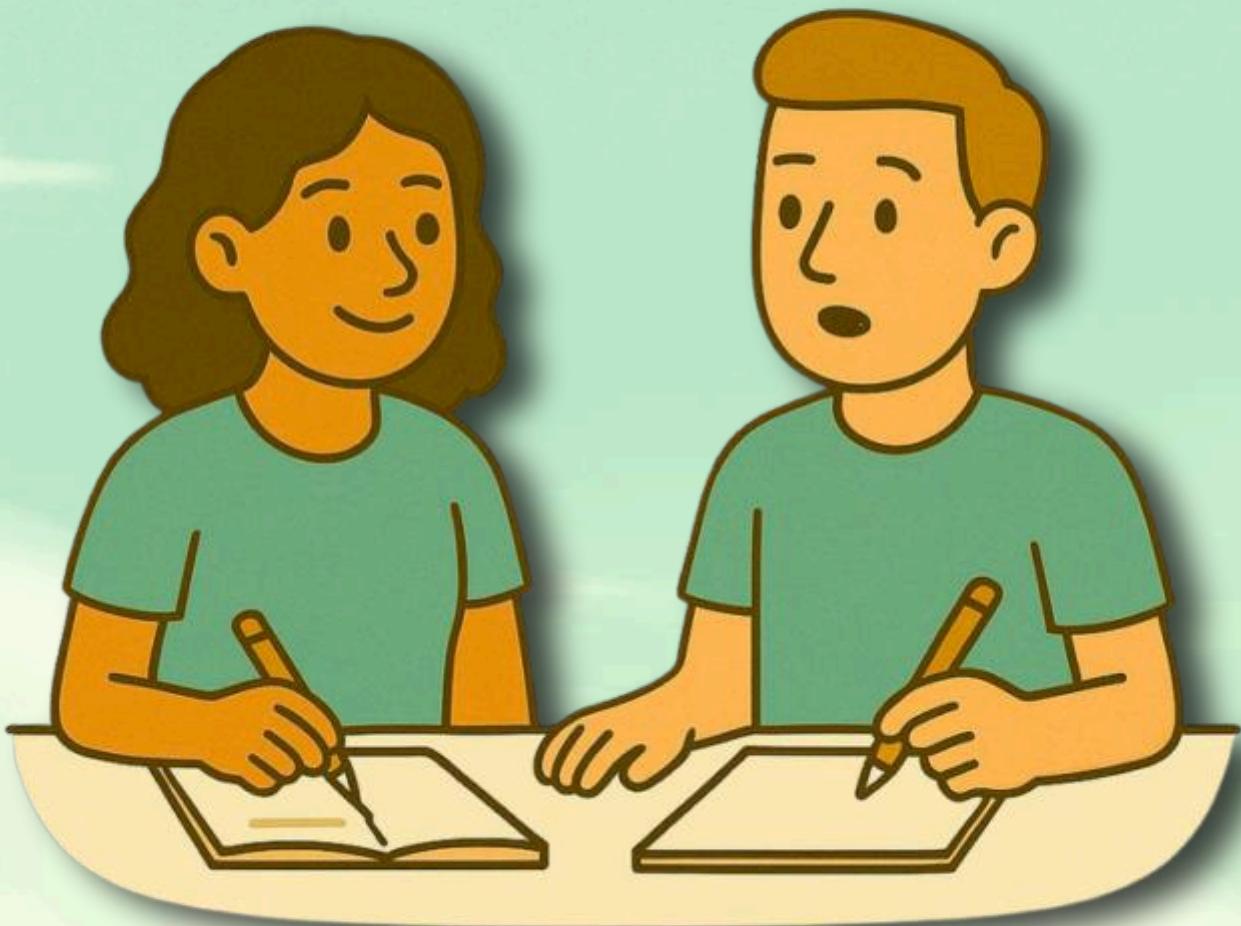


2º Momento: Questionário Inicial e Socialização

Procedimentos Pedagógicos: Propor que os estudantes conversem entre si e registrem suas respostas sobre as seguintes questões:

1. Para você, o que é Meio ambiente?
2. O que é Educação Ambiental?

Após o registro, socializar as questões, de modo que os estudantes possam dar sua contribuição para aquilo que consideram ser a definição de Meio-ambiente e Educação Ambiental.



Importante: A ideia é que neste momento o professor possa identificar se as concepções expressas pelos estudantes estão mais alinhadas com um viés conservador, valorizando somente aspectos naturais, pragmático, exortando as práticas individuais para mitigar o consumo, ou crítica, com a percepção de que a questão ambiental não pode ser tratada de maneira individual, sendo uma manifestação sintomática de um sistema de produção capitalista, exploratório da natureza.

3º Momento: Conhecendo a Educação Ambiental Crítica

Procedimentos Pedagógicos: Propor que os estudantes reúnam-se em grupos e pesquisem sobre a Educação Ambiental em suas diferentes manifestações no contexto brasileiro: conservadora, pragmática e crítica. Ulterior a este momento de pesquisa, socializar as respostas dos grupos.



Importante: O professor deve nortear essas discussões, partindo das pesquisas dos estudantes, portanto, é necessário um alicerce teórico na diferenciação entre as concepções de Educação Ambiental e deixando claro que a prática que está sendo desenvolvida busca um percurso na Educação Ambiental Crítica. Para este alicerce o professor pode consultar o segundo capítulo deste Caderno Pedagógico.

4º Momento: Escolha dos Temas

Procedimentos Pedagógicos: Indicar que os estudantes reúnam-se em grupos e definam uma temática ambiental que consideram relevantes. Aqui o professor deve lembrar os estudantes que temática ambiental dentro da perspectiva crítica não diz respeito somente a questões naturais, como desmatamento ou poluição das águas.



Podem analisar, por exemplo, se a quantidade de médicos em uma cidade no Sistema Único de Saúde (SUS) está de acordo com a quantidade de habitantes. Temas de ampla discussão na mídia e que não sejam estritamente relacionadas à comunidade escolar, como a guerra entre Israel e Hamas, crise de refugiados, entre outros, também podem ser abordados nessa perspectiva crítica.

Importante: Pode ser definida uma temática única para sala e cada grupo realizar suas pesquisas e procedimentos de Modelagem Matemática. Isso deve facilitar o trabalho do professor em um contexto onde os professores do Ensino Básico em geral lecionam em turmas cheias e com carga horária alta.

5º Momento: Modelagem Matemática em curso

Procedimentos: Após a definição do tema, sugere-se que o professor oriente os estudantes a percorrer o caminho de Modelagem Matemática baseado na obra de Caldeira (1998). O quadro abaixo descreve esses processos:

Problema Real: Descrever qual Problema Real fora escolhido para o processo de Modelagem e também qual a potencial relevância de trabalhar tal tema em um contexto de Ensino Médio. Por exemplo, durante a aplicação da proposta pelo pesquisador, certo grupo trabalhou o Garimpo Ilegal no Brasil, justificando sua relevância com a degradação ambiental causada por esta prática e os impactos em comunidades indígenas na região da Amazônia.
Hipótese: Proposição definida a partir do Problema Real. Exemplo: Houve aumento do Garimpo Ilegal nas últimas duas décadas.
Problema Matemático: Matematização do Problema Real, com o intuito de confirmar ou negar aquilo que fora proposto na hipótese. Exemplo: A área minerada ilegalmente no Brasil aumentou nas últimas duas décadas.
Cálculos: Desenvolvimento dos processos matemáticos inerentes a resolução do Problema Matemático. Aqui o estudante deverá pesquisar dados que dêem subsídio para resolver o problema matemático proposto, podendo utilizar matérias, jornais ou outras fontes confiáveis, sob a supervisão do professor. Exemplo: Neste caso citado de Modelagem sobre o Garimpo Ilegal foi encontrada uma reportagem que trazia uma tabela com os dados de garimpo nas últimas duas décadas, sendo essa tabela transposta para um gráfico para melhor análise.
Validação da Solução Matemática: Confirmação se a solução do Problema Matemático faz sentido aos se levar em consideração a problemática.
Decisão: Conclusões e discussões a partir da solução matemática.
Pesquisa: Quais dados foram necessários pesquisar para solucionar o Problema Matemático. Mencione também qual fora a fonte (reportagem, vídeo, artigo, etc.)
Conteúdos Matemáticos: Denote os Conteúdos Matemáticos necessários no decorrer do processo de Modelagem. Aqui o professor tem papel crucial na orientação aos estudantes de quais recursos matemáticos pode utilizar de acordo com aquilo que foi pesquisado e com o problema que está sendo modelado.
Conteúdos Não Matemáticos: Evidencie quais discussões, além da Matemática, podem ser promovidas com esse problema (estudo de legislação, questões sociais, econômicas, políticas, etc.)
Referências: Padrão ABNT, preferencialmente.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

6º Momento: Socialização final

Procedimentos Pedagógicos: Socializar os percursos de Modelagem de cada grupo, cabendo ao professor a promoção de uma discussão não apenas sobre os aspectos matemáticos, mas também sobre aquilo que vai além da matemática, refletindo os problemas em seus aspectos sociais, econômicos e políticos.

Importante: Para esta socialização final o professor pode sugerir que os estudantes construam uma apresentação em slides sobre seu processo de Modelagem, ou então cartazes que possam ser expostos pela escola, divulgando o trabalho da turma.



4.2 UM PERCURSO DE SEGURANÇA

Apresentar-se-á aqui dois exemplos de possíveis percursos de Modelagem Matemática em que o professor trará alguns dados já prontos para a análise do tema do tema escolhido. Esse tema pode ser definido pelo professor, sendo apresentado aos estudantes, fazendo o convite para estudá-lo, ou então definido em conjunto com a turma. Diferentemente da proposta anterior, aqui o professor pode já definir a **Hipótese e Problema Matemático**, proporcionando aos estudantes as referências e recursos para fazerem modelagem. Foi chamado de percurso de segurança por exigir menos autonomia por parte dos estudantes, de modo que os desdobramentos que irão ocorrer já estão no horizonte do professor. É aconselhável a utilização desse ‘percurso’ com turmas que não estão acostumadas com trabalhos de pesquisa e tomadas de decisões ou então por professores que não se sentem totalmente seguros para aplicação de uma proposta de Modelagem Matemática mais livre.

Como dito anteriormente, a proposição desse Caderno Pedagógico é suscitar reflexões aos professores para que adaptem e executem como melhor achar conveniente em seu contexto escolar, não constituindo uma orientação normativa rígida. O primeiro dos percursos aqui apresentado foi advindo da produção dos participantes da pesquisa de mestrado, ocorrendo as adaptações e adequações necessárias para este caderno, o segundo veio de uma prática do pesquisador com uma turma de segunda série do Ensino Médio da escola estadual em que leciona. Buscou-se como fontes reportagens e sites educacionais, por acreditar que sejam de fácil acesso e entendimento por parte dos estudantes.



4. 2. 1 O Garimpo Ilegal no Brasil

Problema Real: O garimpo ilegal é uma problemática que assola o Brasil e tem impactos ambientais e sociais diretos para as populações que vivem próximas as áreas afetadas. O garimpo ilegal vem crescendo no país, tendo sua principal manifestação na região norte, em estados como o Para e o Amapá, na região Amazônica (G1, 2025).

A reportagem de Poliana Casemiro do G1, intitulada “Como o avanço do garimpo ilegal devasta a Amazônia e agora ameaça santuário de 'árvores gigantes'” ainda salienta que mais de 70% das áreas de garimpo hoje no Brasil são ilegais, movimenta bilhões em dinheiro, porém, deixando um rastro de destruição ambiental e social por onde passa.

Os impactos são diversos, desde a contaminação do solo, das águas, desmatamento, conflitos em terras indígenas e financiamento de atividades criminosas.

O garimpo ilegal na região Norte resulta em uma série de impactos ao meio ambiente, notadamente no bioma Amazônia, que ocasionam prejuízos à biodiversidade local e afetam a qualidade das águas e dos solos, o que provoca sérios problemas de saúde na população que vive nas áreas afetadas e depende direta ou indiretamente desses recursos naturais (Guitarra, Paloma, sem data).



A pesar desta atividade não ser nova no país e ter sua versão legalizada, salienta-se que a partir de 2019 houve um aumento considerável desta prática em seu viés ilegal, tanto pela flexibilização das regras como pelo aumento do valor do ouro durante a pandemia (G1, 2025).

Sendo assim, este tema mostra-se relevante para reflexão no momento, sendo uma problemática com nuances políticos, econômicos e sociais, são estando restrito apenas a degradação ambiental que o garimpo ilegal provoca.

Hipótese: Houve aumento do Garimpo Ilegal no Brasil nos últimos anos.

Problema Matemático: A área mineirada ilegalmente no Brasil aumentou?

Cálculos: Para resolver a problema Matemático aqui proposto, indica-se a leitura e a discussão da reportagem de Poliana Casemiro do G1, "Como o avanço do garimpo ilegal devasta a Amazônia e agora ameaça santuário de 'árvore gigantes'".

Como mencionado, na concepção de Caldeira, a Modelagem Matemática não precisa necessariamente resultar em uma fórmula ou modelo, assim, os estudos e reflexões sobre dados estatísticos presentes na citada reportagem já são um processo válido de modelagem.

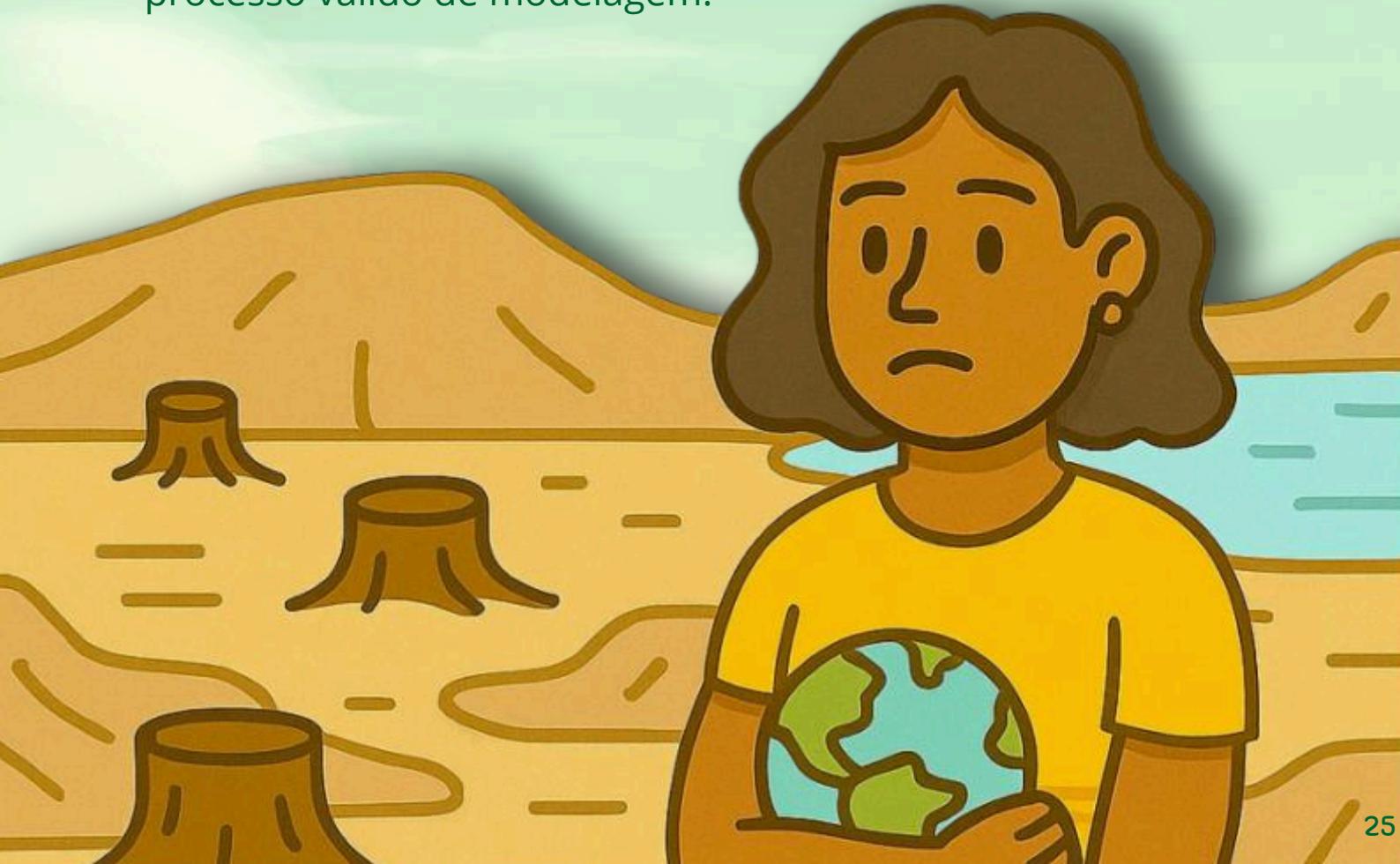
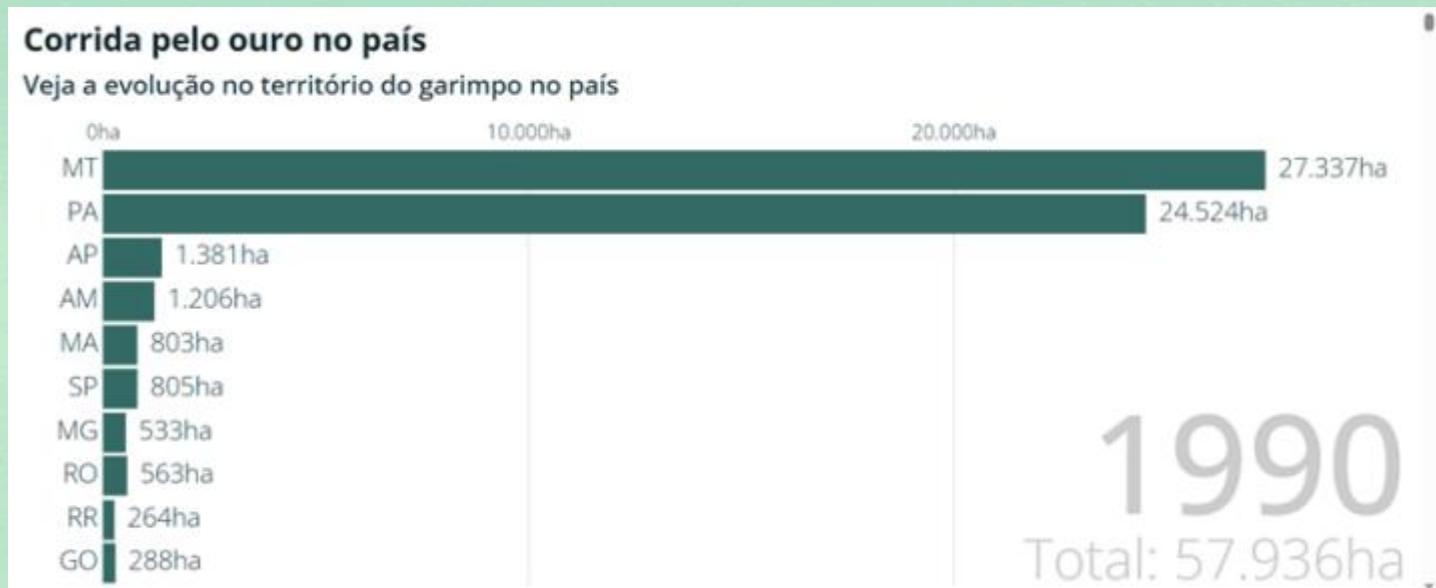


Figura 1 – Território de Garimpo no Brasil em 1990



Fonte: G1 (2025)

Pode-se, em seguida comparar com o dado do ano de 2023:

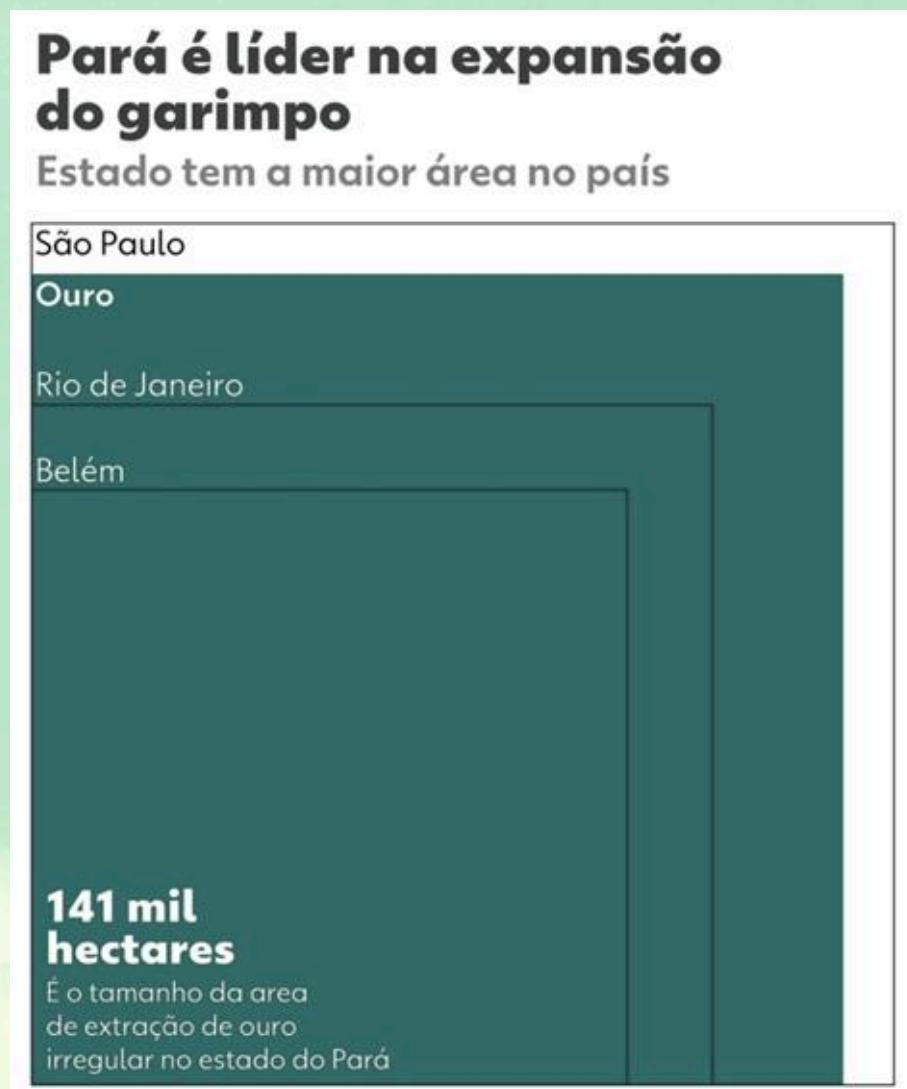
Figura 2 – Território de Garimpo no Brasil em 2023



Fonte: G1 (2025)

Também é possível coletar as informações sobre quais os estados que foram mais afetados por esta atividade, que como mencionado anteriormente, concentram-se na região norte do país, em estados da região amazônica:

Figura 3 – Extensão do Garimpo em comparação por estados



Fonte: G1 (2025)

Validação da Solução Matemática: Após reflexão e análise dos dados apresentados na reportagem, pode-se afirmar que as informações fazem sentido na problemática originalmente exposta, que busca refletir sobre o aumento do garimpo ilegal no Brasil.

Decisão: Uma possível conclusão partindo dos dados analisados é que houve aumento do garimpo ilegal no Brasil, acometendo principalmente a região norte, em estados com presença da floresta amazônica.

Pesquisa: Para este processo de Modelagem foi consultado a reportagem de Poliana Casemiro do G1, "Como o avanço do garimpo ilegal devasta a Amazônia e agora ameaça santuário de 'árvore gigantes'" e o site Brasil Escola, na publicação de Paloma Guitarra, intitulada "Garimpo ilegal na região Norte do Brasil".

Conteúdos Matemáticos: Os conteúdos matemáticos aqui utilizados podem se enquadrar na seara de estatística, com leitura e interpretação de gráficos.

Conteúdos não matemáticos: Os conteúdos não matemáticos podem abranger uma correlação com outras disciplinas, como biologia e geografia, ao se debruçar sobre o impacto na fauna e flora ocasionado pelo garimpo ilegal, bem como a disciplina de química, se estudando sobre os impactos no mercúrio (metal utilizado no garimpo) para o meio ambiente e para a saúde humana.

4. 2. 2 Acesso a água potável e ao saneamento básico no Brasil

Problema Real: Este tema é relevante, pois ao pesquisar sobre água potável e saneamento básico no Brasil percebe-se que muitas pessoas ainda não têm acesso a esses serviços essenciais, o que afeta diretamente a saúde e a qualidade de vida. Sendo assim, o objetivo de modelar sobre esta temática é apresentar um panorama, a partir de dados estatísticos oficiais, sobre o acesso a água potável e ao saneamento básico no Brasil, buscando responder a seguinte questão: Como é o acesso a água potável e saneamento básico no Brasil?

A situação do saneamento básico no tocante ao esgoto no Brasil é preocupante. Aproximadamente 50% da população brasileira têm acesso a sistemas de coleta de esgoto, e apenas 50% do esgoto gerado no país é tratado. Isso significa que metade da população brasileira continua sem acesso a um serviço essencial de esgoto, e uma grande parte do esgoto gerado no país é lançada de forma inadequada em rios, lagos e mares, contaminando os corpos d'água e prejudicando o meio ambiente. Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) para o ano de 2022 mostram que 56% da população brasileira têm acesso às redes de esgoto no país, o que equivale a 112,8 milhões de habitantes. A região Norte é a menos assistida nesse setor, e somente 14,7% da sua população é atendida por redes de esgotamento sanitário. A região Sudeste, em contrapartida, tem uma cobertura de 80,9%, a maior do país (SNIS, 2022).

A falta de acesso ao saneamento básico e à água potável está diretamente ligada à mortalidade precoce e ao aumento de doenças infecciosas e parasitárias. De acordo com o Instituto Trata Brasil, aproximadamente 344 mil internações por doenças relacionadas ao saneamento básico foram registradas em 2024 no Brasil. Essas doenças, que poderiam ser evitadas com a implementação de serviços adequados de água e esgoto, resultam em gastos elevados para o Sistema Único de Saúde (SUS) e afetam principalmente as populações em situação de vulnerabilidade (Instituto Trata Brasil, 2024).

Hipótese: Existe uma disparidade de acesso ao saneamento básico no Brasil.

Problema Matemático: Percentualmente as regiões norte e nordeste em menos acesso ao saneamento básico em relação a outras regiões do país.

Cálculos: O site *Brasil Escola*, na publicação “*Saneamento Básico no Brasil*” evidencia duas tabelas que podem ser subsidio de análise para o problema matemático posto:

Figura 4 – Abastecimento de Água Potável por Região

Abastecimento de água		
Região	População atendida	População sem acesso
Norte	64,2%	35,8%
Nordeste	76,9%	23,1%
Centro-Oeste	89,8%	10,2%
Sudeste	90,9%	9,1%
Sul	91,6%	8,4%
Brasil	84,9%	15,1%

Fonte: Brasil Escola

A fonte também traz a luz uma tabela sobre o acesso ao sistema de coleta e tratamento do esgoto por região:

Figura 5 – Acesso ao Esgoto por Região

Esgoto		
Região	População atendida	População sem acesso
Norte	14,7%	85,3%
Nordeste	31,4%	68,6%
Centro-Oeste	62,3%	37,7%
Sudeste	80,9%	19,10%
Sul	49,7%	50,30%
Brasil	56%	44%

Fonte: Brasil Escola

Sugestão: O professor pode também trabalhar algumas Medidas de Dispersão em relação aos dados apresentados na tabela, discutindo como os dados se comportam em relação à média Brasil apresentada nas fontes.

Validação da Solução Matemática: Após uma análise e reflexão dos dados encontrados, pode-se concluir que fazem sentido com aquilo que foi posto em indagação, podendo levar a uma conclusão a partir do questionamento realizado.

Decisão: Os dados analisados revelam que existe uma disparidade regional no quesito ao acesso a água potável e ao esgoto tratado. As regiões Norte e Nordeste são as que mais sofrem com a ausência destes serviços básicos, sendo a região Norte a menos contemplada com acesso aos serviços de saneamento.

Pesquisa: A pesquisa ocorreu a partir do site Brasil Escola, nas publicações intituladas “Saneamento Básico no Brasil”; “Esgoto”; “Água Potável” de autoria da Geógrafa Paloma Guitarra. Nestas publicações outras fontes foram encontradas, como IBGE e o Instituto Trata Brasil.

Conteúdos Matemáticos: Análise de dados estatísticos. Leitura de Tabelas.

Conteúdos Não Matemáticos: É viável uma conexão com a disciplina de Biologia, por exemplo, ao se analisar as doenças causadas pela falta de saneamento, bem como a disciplina de geografia, com a análise da disparidade regional que acomete o saneamento básico no Brasil, caracterizando um problema inexoravelmente adjacente a questões sociais e históricas da formação de nosso país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Jussara de Loiola. Uma Abordagem Sócio-Crítica da Modelagem Matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. Alexandria: Revista de educação em ciência e tecnologia, v. 2, n. 2, p. 55-68, 2009.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Parecer CNE/CP nº 14/2012, Resolução CNE/CP nº 2/2012. Brasília, 2012.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm>. Acesso em: 26 de janeiro de 2025.

BUENO, V. C. Modelagem Matemática: quatro maneiras de compreende-la. 2011. Produto Educacional (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

CALDEIRA, Ademir Donizeti. Educação matemática e ambiental: um contexto de mudança. 1998. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. A invenção do sujeito ecológico: sentidos e trajetórias em Educação Ambiental. 2001. 349f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

FERREIRA, Helena Lombardo; WODEWOTZKI, Maria Lúcia Lorenzetti. Modelagem Matemática e Educação Ambiental: Uma Experiência com Alunos do Ensino Fundamental. ZETETIKÉ- Cempem – FE – Unicamp – v. 15 – n. 28 – jul./dez, 2007.

G1. Como o avanço do garimpo ilegal devasta a Amazônia e agora ameaça santuário de árvores gigantes. G1, [sem local de publicação]. 4 abr. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2025/04/04/como-o-avanco-do-garimpo-ilegal-devasta-a-amazonia-e-agora-ameaca-santuario-de-arvores-gigantes.ghtml>. Acesso em: 23 jun. 2025

GUIMARÃES, Mauro. Educação ambiental crítica. Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 25-34, 2004.

GUIMARÃES, Mauro. Educação ambiental: participação para além dos muros da escola. In: Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em educação nas escolas. Brasília: Ministério da Educação, Coordenação Geral de Educação Ambiental: Ministério do Meio Ambiente, Departamento de Educação Ambiental: Unesco, 2007. p. 85-93.

GUITARRARA, Paloma. "Água potável"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/agua-potavel.htm>. Acesso em 05 de junho de 2025.

GUITARRARA, Paloma. "Esgoto"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/esgoto.htm>. Acesso em 05 de junho de 2025.

GUITARRARA, Paloma. "Garimpo ilegal na região Norte do Brasil"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/brasil/o-garimpo-na-regiao-norte.htm>. Acesso em 23 de junho de 2025.

GUITARRARA, Paloma. "Saneamento básico no Brasil"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/brasil/saneamento-basico-no-brasil.htm>. Acesso em 05 de junho de 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Atlas do Saneamento. Rio de Janeiro, 2019.

JARDIM, Daniele Barros. Educação ambiental: trajetórias, fundamentos e identidades. REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. 22, 2009.

KLÜBER, Tiago Emanuel; BURAK, Dionísio. Concepções de modelagem matemática: contribuições teóricas. Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, v. 10, n. 1, 2008.

LAYRARGUES, Philippe Pomier; LIMA, Gustavo Ferreira da Costa. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. Ambiente & Sociedade. 2014, v. 17, n. 1, pp. 23-40. ISSN 1809-4422. Disponível em: <<https://bit.ly/3xHoAJT>>. Acesso em: 16 ago. 2021.

LOUREIRO, Carlos Frederico B. Educação ambiental crítica: contribuições e desafios. In: Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em educação nas escolas. Brasília: Ministério da Educação, Coordenação Geral de Educação Ambiental: Ministério do Meio Ambiente, Departamento de Educação Ambiental: Unesco, 2007. p. 65-71.

MUNHOZ, Regina Helena. Educação Ambiental e Educação Matemática: um Trabalho de Pesquisa-Ação Abordando o Tema Depredação do Patrimônio Escolar em uma Escola Estadual. 2008. Tese (Doutorado em Educação para Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita, Bauru, 2008.

OENING, Cristina; MUNHOZ, Regina Helena; FUECHTER, Janete; HENNING, Elisa. Desmatamento na Amazônia Brasileira: uma abordagem de educação matemática e educação ambiental crítica. In: MAIA, Jorge Sobral da Silva; MENDES, Carolina Borghi (orgs.). Pesquisas em Educação Ambiental Crítica. São Paulo: Livraria da Física, 2022, p. 123-147.

SNIS. Painel de Informações sobre Saneamento: Esgotamento Sanitário. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/ptbr/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel/es>. Acesso em: 05 jun. 2025

TRATA BRASIL. Principais estatísticas: Esgoto. Instituto Trata Brasil, [s.d.]. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/principais-estatisticas/esgoto/>. Acesso em: 05 jun. 2025

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA
REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL

CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT

ATESTADO DE VERSÃO FINAL

Eu, REGINA HELENA MUNHOZ, professor do Programa Pós-graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias, declaro que esta é a versão final aprovada pela comissão julgadora do produto educacional intitulado: **“EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA E MODELAGEM MATEMÁTICA: UM CADERNO DE PROPOSTAS PARA O ENSINO MÉDIO”** de autoria do acadêmico BRUNO GABRIEL D’AVILA.

JOINVILLE, 28 de SETEMBRO de 2025.

Assinatura digital da orientadora:

Documento assinado digitalmente
 REGINA HELENA MUNHOZ
Data: 28/09/2025 21:32:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Regina Helena Munhoz