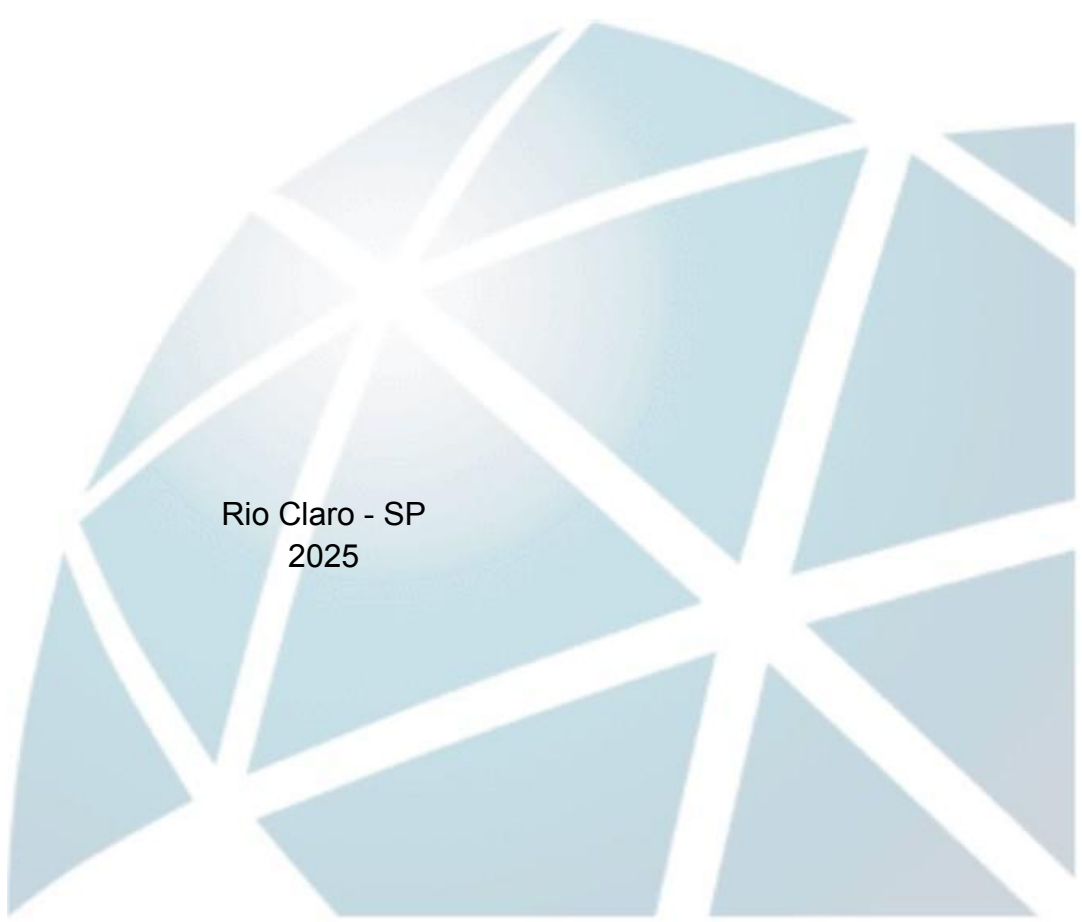

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

LUANA FAVERO SANTALUCIA

**MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA ESCOLA: UM
GUIA DE FORMAÇÃO CONTINUADA PARA
PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO**

Rio Claro - SP
2025



LUANA FAVERO SANTALUCIA

**MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA ESCOLA: UM GUIA DE FORMAÇÃO
CONTINUADA PARA PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”, para obtenção do grau de Bacharela em
Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Galetti Rodrigues

Coorientadora: Dra. Michelle Moreira Braz dos Santos

Rio Claro - SP
2025

S232m Santalucia, Luana Favero

Mudanças climáticas na escola: um guia de formação continuada para professores do Ensino Médio / Luana Favero Santalucia. -- Rio Claro, 2025

146 p. : il., tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientador: Mauro Galetti Rodrigues

Coorientadora: Michelle Moreira Braz dos Santos

1. Educação Ambiental. 2. Formação Continuada. 3. Mudanças Climáticas. 4. Educação Climática. I. Título.

LUANA FAVERO SANTALUCIA

MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA ESCOLA: UM GUIA DE FORMAÇÃO CONTINUADA PARA PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências, Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Mauro Galetti Rodrigues

Prof. Dr. Leonor Patrícia Cerdeira Morellato

Prof. Dr. Marta Pereira Llopart

Aprovado em: 6 de junho de 2025

Assinatura do discente

Documento assinado digitalmente
 LUANA FAVERO SANTALUCIA
Data: 01/07/2025 15:51:42-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente
 MAURO GALETTI RODRIGUES
Data: 01/07/2025 20:33:57-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Assinatura do(a) coorientador(a)

Documento assinado digitalmente
 MICHELLE MOREIRA BRAZ DOS SANTOS
Data: 08/07/2025 11:49:21-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

*Dedico este trabalho à próxima geração de educadores e formadores de política,
que aprendam com os erros da geração dos meus pais e com a demora para agir da
minha geração.*

*Temos apenas um planeta, e infelizmente ele não depende de nós para sobreviver,
mas nós dependemos dele.*

*A arrogância do ser humano não pode ser maior do que nosso instinto de
sobrevivência.*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar aos meus pais, que me apoiaram o tempo todo, desde a escolha do curso à mudança de cidade. Viver longe de vocês vai ser para sempre um desafio, sei que faz parte da vida, que a gente cresce e sai de casa, e que fui eu que escolhi vir para longe, mas nunca vou deixar de querer voltar para o meu lar, que é vocês, minha família, meus pais, as pessoas que ajudaram a moldar a pessoa que eu sou hoje. Saber que eu sempre terei para onde voltar me reconforta todos os dias. Obrigada por todas as oportunidades e por todo espaço para me descobrir, que você me proporcionaram.

Aos meus avós, que me inspiram a seguir carreira acadêmica, que me ensinaram a gostar de pesquisa e o quão gratificante é ter o resultado de algo que foi pensado, estudado e elaborado a partir de uma esperança em contribuir para a produção científica do País. Ter vocês me ajudando, corrigindo meus trabalhos, incentivando minhas pesquisas, é um privilégio e um prazer sem igual. Mas mais do que isso, ter o colo de vô e vó sempre que eu precisar, não há nada no mundo que seja melhor.

Ao Pepis, meu irmão mais novo, mas que tem tanto a me ensinar sempre, obrigada por compartilhar sua determinação e dedicação, mas principalmente obrigada por me ajudar a enxergar e acreditar que eu também tenho isso. Compartilhar da experiência de viver fora do “ninho” com você, nos aproximou ainda mais, mesmo que fisicamente a gente esteja distante. A vida que compartilhamos nos levou a uma cumplicidade que nada superará, você é meu porto seguro, sempre foi e nunca vai deixar de ser.

Ao Lucas, meu amigo que virou amor, obrigada pelo incentivo, paciência e parceria de todos os dias, sejam eles tristes ou felizes, por todas as chamadas para me fazer companhia, mas principalmente obrigada por todas as risadas nos dias que eu precisava mesmo sem saber. Ninguém me faz rir como você. Sempre serei grata por você ter topado essa aventura no interior juntos, porque viver com você, sentir esse carinho e atenção dedicados a mim, todos os minutos de todos os dias, é algo que eu nunca imaginei, nem nas minhas maiores idealizações. Ter você ao meu lado é um sonho que eu nem sabia que tinha, você me faz sentir “autoafeição”, e só isso já mudou toda a minha vida.

À Joyce, minha roommate, amiga e irmã, obrigada pela sua amizade leve e intensa, racional e emocional, e pelas experiências que sempre deixarão uma nostalgia gostosa. Ter encontrado você durante essa fase fez a minha vivência universitária ser mais completa e bonita. Obrigada pelos incentivos, resumos, artes, comidinhas, filmes, festas, ligações, e noites e mais noites de conversas sobre a vida toda e sobre nada ao mesmo tempo. Espero que tudo o que imaginamos, sonhamos e aspiramos durante esses anos de universidade se concretizem e que nós nunca

deixemos de comemorar-los juntas. Nosso encontro sempre será meu maior ganho da universidade, já que foi no encontro que a gente se encontrou.

À Lava, minha parceirinha da licenciatura, que se enfiou junto comigo em vários projetos, apresentações, eventos, escolas, grupos de extensão, e tudo mais que a licenciatura tinha para nos oferecer. Foi uma delícia descobrir e desenvolver esse meu lado professora com você. Todos os textos e trabalhos ficaram mais leves e divertidos com você. Todas as crises e barras que tivemos que segurar, também se tornaram mais simples e possíveis de resolver junto com você. A vida acadêmica definitivamente fica muito mais fácil quando a gente encontra alguém que tem objetivos e ideais parecidos com o nosso, e que entende nossos limites e competências para cada situação. E a isso eu sou muito grata à você.

As minhas amigas de São Paulo, que nunca desistiram de mim, ou da minha demora e dos meus sumiços. Vocês sempre serão o meu círculo mais íntimo, de confiança e de companheirismo, só quem tem amigas assim consegue entender o vínculo que uma amizade feminina tem em nosso crescimento como mulher. Vocês me ajudaram, e continuam a ajudar, a formar a mulher que eu quero ser. Com todas as minhas contradições e defeitos, o apoio e a permanência de vocês me mostrou que as amizades verdadeiras são aquelas que confortam, que aceitam, que libertam, sem deixar de me dar um puxão de orelha quando necessário.

Agradeço também ao meu orientador, Mauro Galetti Rodrigues, pela orientação, disponibilidade e apoio. Mesmo a educação ambiental não sendo parte de sua área de atuação, me deu a oportunidade e incentivo para a realização desse trabalho e de outros projetos, o que foi essencial para meu aprendizado e aprimoramento acadêmico.

À minha coorientadora, Michelle Moreira Braz dos Santos, agradeço pela disponibilidade, atenção e contribuição ao longo do trabalho. Suas observações, sugestões e múltiplas correções foram fundamentais para aperfeiçoar e lapidar este projeto.

Ao Departamento de Biodiversidade e ao Laboratório de Biologia da Conservação (LaBic), por me receberem e me integrarem a esse ambiente prestigioso em pesquisa e importância à nível internacional. Foi uma experiência extremamente enriquecedora.

Por fim agradeço à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, ao Instituto de Biociências, Câmpus de Rio Claro, pela excelência acadêmica que me foi oferecida, apesar do um cenário de precarização do ensino público brasileiro. E a todos os docentes e colaboradores(as) da UNESP, que contribuíram para a minha formação acadêmica e pessoal. Entrei na Universidade como uma pessoa e estou saindo dela como outra, completamente transformada por cada encontro e desencontro que me foi proporcionado.

Temos que abandonar o antropocentrismo; há muita vida além da gente, não fazemos falta na biodiversidade. Pelo contrário. Desde pequenos, aprendemos que há listas de espécies em extinção. Enquanto essas listas aumentam, os humanos proliferam, destruindo florestas, rios e animais. (Krenak, 2021)

RESUMO

As mudanças climáticas, intensificadas pelo crescente processo de antropização dos elementos naturais, são, hoje, um dos maiores desafios da sobrevivência da vida em nosso planeta. As alterações de temperatura na atmosfera, causadas em grande parte pela emissão de gases de efeito estufa como CO₂, NH₄ e N₂O, vêm resultando em impactos ambientais, econômicos e sociais cada vez mais significativos. Apesar de fortes evidências científicas sobre as mudanças no clima, uma série de estratégias negacionistas tem crescido na sociedade e, diante de um cenário como este, torna-se crucial educar e informar a sociedade por meio de abordagens acessíveis e eficazes, que ultrapassem os limites dos círculos acadêmicos, alcançando o público em geral e possibilitem um trabalho efetivo de conscientização com as gerações futuras. O material disponível para professores do segundo grau a respeito das mudanças climáticas ainda é incompleto e quase inexistente. Para suprir, em parte, essa necessidade, o presente projeto propõe a criação de um material didático voltado para professores do Ensino Médio, com o objetivo de reunir as informações mais atuais a respeito das mudanças climáticas de forma clara e objetiva. A proposta busca fortalecer a formação continuada dos professores, promovendo uma conscientização ampla e colaborativa sobre as mudanças climáticas e seus impactos. Para isso, a metodologia do trabalho será dividida em duas fases principais. Na primeira fase, será realizada uma revisão bibliográfica sobre Educação Ambiental e mudanças climáticas, a partir de publicações científicas e documentos oficiais. Na segunda fase, o guia didático foi elaborado, com base nos dados coletados e no livro base, oferecendo uma perspectiva prática e interdisciplinar, que facilite a integração do tema ao currículo escolar. O conteúdo do guia será fundamentado em uma linguagem acessível e recursos pedagógicos que possibilitem uma aplicação eficiente. O projeto, assim, busca uma forma de preencher parte das lacunas na formação docente, auxiliando na construção de uma educação ambiental crítica que estimule o engajamento dos alunos e os tornem multiplicadores de conhecimento em suas comunidades.

Palavras-chave: Educação Ambiental; Formação Continuada; Mudanças Climáticas; Educação Climática.

ABSTRACT

Climate change, intensified by the growing process of anthropization of natural elements, is today one of the biggest challenges for the survival of life on our planet. Temperature changes in the atmosphere, caused largely by the emission of greenhouse gases such as CO₂, NH₄ and N₂O, have resulted in increasingly significant environmental, economic and social impacts. Despite strong scientific evidence on climate change, a series of denialist strategies have been growing in society and, faced with such a scenario, it is crucial to educate and inform society through accessible and effective approaches that go beyond the limits of academic circles, reaching the general public and enabling effective awareness-raising work with future generations. The material available to secondary school teachers on climate change is still incomplete and almost non-existent. In order to partly meet this need, this project proposes the creation of didactic material aimed at high school teachers, with the aim of bringing together the most up-to-date information on climate change in a clear and objective way. The proposal seeks to strengthen teachers' continuing education, promoting a broad and collaborative awareness of climate change and its impacts. To this end, the work methodology will be divided into two main phases. In the first phase, a literature review was carried out on environmental education and climate change, based on scientific publications and official documents. In the second phase, the teaching guide was drawn up, based on the data collected and the base book, offering a practical and interdisciplinary perspective that facilitates the integration of the topic into the school curriculum. The content of the guide will be based on accessible language and pedagogical resources that enable efficient application. The project thus seeks to fill some of the gaps in teacher training, helping to build a critical environmental education that stimulates student engagement and makes them multipliers of knowledge in their communities.

Keywords: Environmental Education; Continuing Education; Climate Change; Climate Education.

Title in english: Climate change at school: a continuing education guide for secondary school teachers

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas	29
Figura 2 e 3 – Área de ciências da natureza e suas tecnologias na BNCC.....	51
Figura 4 - Competência Específica 2: “Vida, da Terra e do Cosmos” na BNCC.....	52
Figura 5 - Habilidade (EM13CNT102) da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Currículo Paulista.....	53
Figura 6 - Habilidade ((EM13CHS304) da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas do Currículo Paulista.....	53
Figuras 7, 8 e 9 - Gráficos elaborados a partir da data de publicação dos resultados obtidos pelas buscas nas plataformas utilizadas no trabalho.....	55

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1 – Produções encontradas em cada uma das plataformas de pesquisa, organizadas de acordo com as categorias definidas.....	55
Quadro 1 – Avaliação das mudanças nos indicadores do clima através dos componentes do sistema climático e sua relação com a influência humana.....	21
Quadro 2 – Relação de Conferências e Acordos Internacionais.....	25
Quadro 3 – Estrutura completa do Guia Didático proposto.....	53

LISTA DE ABREVIATURA

ABC	Agricultura de Baixo Carbono
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BNC	Base Nacional Comum
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CDR	Remoção de Dióxido de Carbono (Carbon Dioxide Removal)
CNE	Conselho Nacional de Educação
CFC	Clorofluorcarbonetos
COP	Conferência das Partes
CP	Comissão de Projetos
DCNEA	Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental
EA	Educação Ambiental
EAC	Educação Ambiental Crítica
FC	Formação Continuada
GEE	Gases de Efeito Estufa
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MC	Mudanças Climáticas
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MEC	Ministério da Educação
MMA	Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
NDC	Contribuições Nacionalmente Determinadas
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONU	Organização das Nações Unidas
PNA	Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima
PNE	Plano Nacional de Educação
PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental

PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
UN	United Nations (Nações Unidas)
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
WRI	World Resources Institute
WWF	World Wide Fund for Nature

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 OBJETIVOS.....	19
2.1 Gerais.....	19
2.2 Específicos.....	19
3 METODOLOGIA.....	20
4. REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
4.1 Mudanças climáticas.....	21
4.1.1 Sexto Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas.....	22
4.1.2 Acordos Globais e Políticas Públicas Brasileiras.....	27
4.2 Educação Ambiental Crítica.....	35
4.2.1 O papel da Educação Ambiental na formação de cidadãos críticos.....	37
4.2.2 Transdisciplinaridade e os desafios curriculares.....	38
4.2.3 Educação Ambiental e a influência do neoliberalismo.....	39
4.2.4 Educação Ambiental Crítica como uma abordagem transformadora.....	41
4.3 Políticas públicas e diretrizes curriculares para a Educação Ambiental.....	41
4.3.1 Atualização da Política Nacional de Educação Ambiental e sua relação com as mudanças climáticas.....	44
4.3.2 Desafios na Implementação das Diretrizes de Educação Ambiental.....	45
4.4 Formação continuada de professores.....	46
4.4.1 Desafios políticos e institucionais.....	47
4.4.2 O potencial transformador da formação continuada.....	51
4.4.3 O papel da formação continuada para a Educação Ambiental.....	52
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
5.1 Base Nacional Curricular Comum e o Currículo Paulista.....	53
5.2 Análise quantitativa das publicações encontradas.....	56
5.3 Guia didático para formação continuada de professores em Mudanças Climáticas..	60
5.3.1 Especificidades do guia.....	61
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
REFERÊNCIAS.....	68
APÊNDICE A - GUIA DIDÁTICO.....	76

1 INTRODUÇÃO

Uma das principais preocupações da comunidade científica atual são os impactos ambientais resultantes da rápida urbanização a partir da Revolução Industrial e uso insustentável dos recursos naturais (De Albuquerque, 2007). E é nesse contexto em que se faz presente as discussões e debates a respeito das Mudanças Climáticas.

Em 1896, o químico sueco Svante Arrhenius publicou um estudo que trazia a previsão de que, “ao liberar dióxido de carbono na atmosfera por meio da queima de carvão, a humanidade iria aos poucos elevar em vários graus a temperatura do planeta” (Oppenheimer, 2022, pág. 23), porém as alterações climáticas ainda não estavam em alta e muitos menos sendo consideradas um problema global; por isso, esse estudo não gerou tanto alarme, até que, duas décadas depois, o meteorologista Syukuro Manabe desenvolveu simulações modernas do clima e seus resultados sobre o quão quente a Terra se tornaria, no ritmo que as ações antrópicas estavam seguindo, confirmando a previsão de Arrhenius (Oppenheimer, 2022). Então, na década de 1970, começaram a surgir discussões acerca da degradação da camada de ozônio, que se firmou no meio científico, quando foi descoberto um buraco na camada acima da Antártica. Nos anos seguintes, tomaram formas outras teorias e estudos que geraram discussões sobre as mudanças no padrão climático que seriam de aquecimento ou resfriamento, havendo evidências para ambos, surgindo uma controvérsia científica (Colacios, 2017). Porém, tanto no caso do aquecimento global, quanto no inverno nuclear¹, os riscos à humanidade, à fauna e à flora eram claros. A partir de então, as discussões foram tomando mais força, até que as incertezas sobre o aquecimento global se consolidaram, mundialmente, a partir do Protocolo de Kyoto, em 1997, sendo este o primeiro tratado internacional de controle de emissão de GEEs na atmosfera, estabelecendo, assim, um consenso sobre a urgência da problemática (Colacios, 2017).

Conforme a publicação “As Mudanças Climáticas: riscos e oportunidades” da *World Wide Fund for Nature* (WWF, 2015), uma das principais fontes nocivas ao

¹ Relatório TTAPS, liderado por Carl Sagan, considerava que no caso de um cenário de ataque nuclear durante a Guerra Fria, uma nuvem de partículas e de poeira cobriria a Terra por aproximadamente dois anos, causando uma queda da temperatura na superfície terrestre de 35° C (Leite, 2014).

meio ambiente é o excesso de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, além de outros gases de efeito estufa, como o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O). O artigo explicita que o aumento da queima de combustíveis fósseis, com o passar das décadas, está intensificando essas alterações nos padrões climáticos e dos ecossistemas (WWF, 2015).

Mas esse não é um tema recente; este artigo mesmo da WWF é de 2015, ou seja, de 10 anos atrás, em que cientistas vêm desenvolvendo estudos e pesquisas há muitos anos acerca das Mudanças Climáticas, a fim de tentar alertar que todos os seres vivos, inclusive os humanos, que sofrerão com os resultados da rápida e desenfreada ação antrópica na natureza. Nos últimos anos, a crise climática deixou de ser apenas uma questão ambiental ou científica e passaram a representar uma problemática séria e de alto risco, a qual não há mais como ignorar, uma vez que já se faz presente na vida individual e pública de todos, afetando a economia, a política, a cultural e os formatos sociais.

Extinção em massa de espécies, aumento da temperatura global, derretimento das geleiras, elevação do nível do mar, acidificação dos oceanos, estações do ano menos definidas, desastres naturais são apenas alguns dos exemplos que já estão sendo vivenciados por todo o globo e que serão sentidos cada vez mais, se não forem tomadas medidas concretas e eficientes para que esses efeitos sejam revertidos (Kolbert, 2015).

Assim foi criado, em 1988, o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (ONU Meio Ambiente) e pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e já, logo no início da década de 1990, foi elaborado o primeiro relatório global sobre as Mudanças Climáticas do IPCC, que relatou o impacto ambiental que o ser humano poderia causar na natureza e suas consequências para o futuro da biodiversidade do planeta. Além dessa questão, foram desenvolvidos modelos que explicavam e avaliavam a variabilidade do clima ao longo do século, identificando quais eram as contribuições naturais da Terra para essas alterações climáticas, como, por exemplo, vulcanismo e explosões solares e quais eram as contribuições antropogênicas, como, por exemplo, o desmatamento e as emissão de gases do efeito estufa (IPCC, 1992; Barcellos, *et al.* 2009).

Dáí em diante, foram criadas conferências, comitês e convenções, que reuniram líderes mundiais e pesquisadores do assunto, para negociações políticas entre os países, a fim de entrarem em acordos sobre a diminuição da liberação de gases de efeito estufa, desmatamento, e outras medidas preventivas e mitigadoras, para evitar o rápido avanço da Mudanças Climáticas, o que é cada vez mais urgente, visto que o relatório do IPCC de 2023 já traz que “o uso insustentável e desigual de energia e da terra, bem como mais de um século de queima de combustíveis fósseis” levaram ao aumento da “temperatura da superfície global, atingindo 1,1°C a mais que no período de 1850–1900 em 2011–2020” (IPCC, 2023, pág. 7), e uma notícia ainda mais recente, publicada no site oficial da Organização das Nações Unidas Brasil, sinalizou que, em 2023, a temperatura média global foi de 1,45 °C acima dos níveis pré-industriais (1850-1900), valor esse que se aproxima muito do da temperatura de 1,5°C que fora acordado em se evitar por diversos líderes mundiais em 2015, no Acordo de Paris.

As consequências para a humanidade não são muito favoráveis, pois, com essas condições relatadas pelo IPCC, estamos, inevitavelmente, caminhando para um futuro em que haverá: cada vez menos disponibilidade de alimento, um aumento do nível do mar, escassez de água, condições climáticas extremas e desastres, efeitos esses que também afetam, de forma direta, a economia, levando populações que já precisam lidar com a crise climática e a, também, enfrentar problemas econômicos.

Diante de todo este cenário complexo, surge o questionamento de: como transmitir as informações necessárias à população, em uma linguagem acessível e que impacte, de forma efetiva, a sociedade, ultrapassando a bolha científica? Essa questão possui diversas respostas possíveis, mas, no presente trabalho, tomaremos a Educação Ambiental como o caminho a ser seguido.

A Educação Ambiental (EA) é, por si só, um instrumento e um meio necessário para a conscientização, caracterizada por um processo de formação humana, contínuo e complexo, com necessária atuação social e que, dentro de suas diversas aplicações, pode auxiliar a articular teoria e prática (Tonozi-Reis, 2008), sendo imprescindível sua introdução desde os primeiros anos de vida, seja na escola de forma interdisciplinar, na universidade ou em contextos não formais de educação (Narcizo, 2009).

Portanto, a presente pesquisa enfatiza a necessidade de uma formação continuada para professores a respeito da crise climática, a fim de potencializar a Educação Ambiental nas escolas ou em ambientes informais, visto que este tema, muitas vezes, é trabalhado, de forma pontual, durante a formação docente. Isso porque, de acordo com Narcizo (2009) e de Guimarães e colaboradores (2012), há um despreparo dos professores em relação à própria EA, muitas vezes, pautada como uma defasagem no curso de licenciatura da formação docente.

Logo, a justificativa deste projeto está na importância da conscientização cidadã, dessa problemática ambiental, através da instrumentalização dos professores com conhecimento acerca da crise climática, suficiente para educar os alunos.

Para isso, propõe-se como produto desta pesquisa, a elaboração de um Guia Didático em formato digital voltado à formação continuada de professores no ensino das mudanças climáticas, com base na abordagem da Educação Ambiental Crítica (EAC). O material nasce como alternativa para suprir, em parte, a lacuna na formação docente ao oferecer, de maneira acessível e fundamentada, conteúdos atualizados, propostas pedagógicas interdisciplinares e recursos didáticos que dialogam com o cotidiano escolar. A fim de apoiar os educadores na construção de práticas reflexivas, capazes de promover a conscientização ambiental estudantil diante da crise climática.

2 OBJETIVOS

2.1 Gerais

Avaliar as necessidades dos professores do Ensino Médio em relação ao ensino de Mudanças Climáticas, oferecendo um guia temático baseado na Educação Ambiental crítica que aborde os pontos essenciais para auxiliar no processo de ensino.

2.2 Específicos

I. Analisar os principais tópicos sobre Mudanças Climáticas que os professores devem conhecer com base em documentos científicos recentes.

II. Determinar os temas fundamentais sobre Mudanças Climáticas que precisam ser incluídos no guia, garantindo que os professores possuam informações claras e acessíveis para conduzir discussões sobre o assunto.

III. Propor uma estrutura de conteúdo para o guia que facilite a aplicação dos temas em sala de aula, em uma perspectiva de Educação Ambiental crítica.

IV. Ampliar o conhecimento científico, por intermédio da formação continuada e contribuir para a conscientização.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho propõe, então, a elaboração de um guia formativo a respeito das Mudanças Climáticas, tendo, como público da proposta, os professores da rede pública, especificamente, os que atuam no ensino médio. O principal motivo para este público específico é que os estudantes dos professores desta fase educacional podem ser uma potencial ferramenta de divulgação científica, introduzidos aos conhecimentos mais aprofundados e estimulados por uma Educação Ambiental Crítica. Eles podem se tornar agentes propagadores do conhecimento científico para seus familiares e para sua comunidade, alcançando diferentes públicos, promovendo e auxiliando no processo de construção da conscientização ambiental e da responsabilidade civil acerca da crise climática.

A metodologia empregada terá duas fases distintas, visando a uma abordagem abrangente, embasada na literatura e de ordem qualitativa.

A primeira fase envolverá um levantamento bibliográfico sobre Educação Ambiental no contexto das Mudanças Climáticas e a Formação Continuada no Brasil, a partir de artigos, dissertações, teses e documentos oficiais. A busca será realizada no banco de dados da plataforma SciELO, no Portal de Periódicos da CAPES e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações.

Além de um breve estudo da Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) e o Currículo Paulista (São Paulo, 2019), a fim de identificar quais conteúdos a respeito da crise climática, estão previstos nos respectivos currículos e são exigidos do professor.

Como filtros para a pesquisa bibliográfica, serão utilizados os próprios eixos temáticos, também serão estabelecidos assuntos que permeiam com o interesse do presente trabalho. Dentre as palavras-chave, estão: mudanças climáticas, educação ambiental crítica, formação continuada, além de um recorte temporal prioritário dos últimos cinco anos, de 2020 a 2025, nas bibliografias referentes à convergência destes três assuntos.

Os trabalhos selecionados serão utilizados como base para a construção do referencial teórico que auxiliará no esclarecimento a respeito do assunto, visando elucidar o contexto conceitual, teórico, regulatório e institucional das Mudanças

Climáticas no ensino brasileiro. Além disso, também serão utilizados em análise quantitativa, a fim de compreender padrões e tendências em produções acadêmicas sobre o tema.

A segunda fase, após a coleta de dados, será a elaboração em si do guia didático, que levará em consideração todas as informações coletadas nas etapas anteriores, integrando-as com os conteúdos específicos de Mudanças Climáticas.

Este conteúdo formativo, que dará forma ao guia de Mudanças Climáticas, terá, base e fonte principal, em tradução e adaptação livre, o livro O Livro do Clima (The Climate Book), de Greta Thunberg, que reúne dados atuais e concisos, através de uma linguagem acessível e colaborativa de renomados cientistas, geofísicos, oceanógrafos, meteorologistas, economistas, historiadores, líderes indígenas, ativistas climáticos, entre outros, sendo todos especialistas e referências em suas áreas de conhecimento.

Há a preocupação para que o guia didático tenha uma linguagem facilitada e acessível, a fim de auxiliar a compreensão e a adaptação, por parte dos professores, para trabalhar os assuntos nos mais diversos contextos e disciplinas.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Mudanças climáticas

As mudanças climáticas representam uma das principais crises socioambientais da contemporaneidade, sendo caracterizadas pelo aumento da temperatura global, alterações nos padrões de precipitação, aumento do nível do mar e eventos climáticos extremos (Kolbert, 2015). Representam então um conjunto de fenômenos amplamente estudados e documentados, com evidências científicas sólidas que confirmam o impacto das atividades humanas sobre o clima global. Devido a sua ampla abrangência de causas e efeitos, as mudanças climáticas impactam esferas que vão além dos contextos ambientais, como

[...] novas ameaças para a saúde das pessoas, animais e plantas com a migração de doenças; a ameaça ao patrimônio cultural e aos estilos de vida indígenas em função do aumento do nível do mar, incêndios sazonais recorrentes e crescente desertificação; aumento da fome e da desnutrição à medida que os solos se tornam áridos; imensos deslocamentos internos e externos de populações com a ameaça da discriminação dos migrantes; desestabilização das economias; ameaças à paz e à segurança; crescente injustiça climática global; impactos diferenciados sobre homens e mulheres, o que aprofunda ainda mais as desigualdades de gênero existentes, [...] (UNESCO, 2014, p.10)

o que caracteriza a importância da discussão, a nível global, acerca de como evitar que essa crise se intensifique ainda mais.

As evidências científicas apontam que esse fenômeno ocorre devido ao aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, sendo estes “dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hexafluoreto de enxofre (SF₆), hidrofluorcarbonos (HFCs) e perfluorcarbonos (PFCs)” (Brasil, 2024). Esses gases retêm parte da radiação infravermelha emitida pela Terra, impedindo que o calor se dissipe no espaço, o que intensifica o aquecimento global (WWF, 2015).

O efeito estufa é um fenômeno natural fundamental para a manutenção da vida no planeta. No entanto, sua intensificação devido às emissões antropogênicas tem gerado um desequilíbrio climático sem precedentes, desencadeando feedbacks climáticos que potencializam ainda mais todo esse desequilíbrio, como a redução da cobertura de gelo global, o que diminui a refletividade da superfície terrestre, aumenta a temperatura nos polos, nas correntes oceânicas e libera ainda mais GEEs, que estavam capturados no gelo, contribuindo assim de diversos ângulos diferentes para a amplificação da crise climática (Brannen, 2022).

4.1.1 Sexto Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

Os efeitos das mudanças climáticas já são evidentes em diferentes ecossistemas e sociedades, afetando de maneira desigual diversas regiões do planeta. Segundo o mais recente (2023) relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), composto por cerca de 230 cientistas de 66

países diferentes, a influência humana no sistema climático é incontestável (Quadro 1) e já resultou em mudanças rápidas e amplamente propagadas por toda a biosfera (IPCC, 2023).

Quadro 1 – Avaliação das mudanças nos indicadores do clima através dos componentes do sistema climático e sua relação com a influência humana.

Mudança no indicador		Avaliação das mudanças observadas	Avaliação da contribuição humana
Atmosfera e ciclo da água	Aquecimento da temperatura média global do ar de superfície desde 1850-1900		a faixa provável de contribuição humana ([0,8-1,3°C]) abrange a faixa muito provável de aquecimento observado ([0,9-1,2°C])
	Aquecimento da troposfera desde 1979		Agente causador principal
	Resfriamento da estratosfera inferior desde meados do século XX		Agente causador de 1979 - meados dos anos 90
	Mudanças na precipitação em grande escala e na umidade da troposfera superior desde 1979		
	Expansão da média zonal da Circulação de Hadley desde a década de 80		Hemisfério Sul
Oceano	O aumento do conteúdo de calor oceânico desde a década de 70		Agente causador principal
	A mudança de salinidade desde meados do século XX		
	Elevação do nível médio global do mar desde a década 70		Agente causador principal
Criosfera	Perda de gelo marinho no Ártico desde 1979		Agente causador principal
	Redução na cobertura de neve durante a primavera do Hemisfério Norte a década de 50		
	Perda de massa de calota de gelo da Groenlândia desde a década de 90		
	Perda de massa de calota de gelo do Ártico desde a década de 90		Evidência limitada e acordo médio
	Recuo das geleiras		Agente causador principal
Ciclo do carbono	Aumento da amplitude do ciclo sazonal do CO ₂ atmosférico desde o início de 1960		Agente causador principal
	Acidificação da superfície do oceano global		Agente causador principal
Clima da terra	Temperatura média da superfície do ar sobre a terra (cerca de 40% maior que o aquecimento médio global)		Agente causador principal
Síntese	Aquecimento do sistema climático global desde a época pré-industrial		

Legenda

confiança média

provável / alta confiança

muito provável

extremamente provável

virtualmente certo

fato

Fonte: Relatório Síntese do Sexto Relatório de Avaliação do IPCC, 2023, página 65.

O relatório esmiúça todas as prováveis fontes de alteração climática da Terra, relatando que o provável conjunto seja que

os GEE misturados de forma homogênea ("well-mixed") tenham contribuído para um aquecimento de 1,0°C–2,0°C, e outros agentes causadores de origem humana (principalmente aerossóis) contribuíram para um resfriamento de 0,0°C–0,8°C, agentes causadores de origens naturais (solares e vulcânicos) mudaram a temperatura da superfície global em $\pm 0,1^\circ\text{C}$ e a variabilidade interna a mudou em $\pm 0,2^\circ\text{C}$. (IPCC, 2023, p. 60)

Dos gases de efeito estufa, o em maior concentração é o CO₂, sendo que a queima dos combustíveis fósseis, foi uma das primeiras fontes do dióxido de carbono acumulado na atmosfera a ser identificada, isso porque o petróleo, o carvão mineral e o gás natural, utilizados como as principais fontes de energia da crescente sociedade industrial, são formados por matéria vegetal composta de carbono soterrado séculos atrás, que é liberado como CO₂ quando queimado (Oppenheimer, 2022).

Além dos combustíveis, o desmatamento e as alterações no uso da terra, a extração e o transporte dos combustíveis, a agricultura e a pecuária, contribuem diretamente no aumento das emissões de CH₄ e N₂O, gases esses “que produzem um aquecimento por molécula ainda maior do que o dióxido de carbono” (Oppenheimer, 2022, pág 24). Os padrões de consumo e produção que foram se desenvolvendo e intensificando, também são fontes de GEEs significativas.

De acordo com os dados do relatório, desde a era pré-industrial, as concentrações atmosféricas de CO₂, CH₄ e N₂O atingiram níveis sem precedentes, resultando em um aquecimento global de aproximadamente 1,1°C entre 2011-2020 em comparação com o período de 1850-1900 (IPCC, 2023). Também fica explicitado que seguindo as crescentes emissões globais, é bem provável que “a temperatura aumentará em 1,5°C na primeira metade da década de 2030, e será muito difícil controlar o aumento da temperatura dentro de 2,0°C até o final do século XXI” (IPCC, 2023, p. 7), ultrapassando assim o limite que fora estabelecido no Acordo de Paris e colocando todos os seres vivos do planeta em risco, uma vez que “cada incremento no aquecimento global intensificará os riscos múltiplos e simultâneos em todas as regiões do mundo” (IPCC, 2023, p. 7).

Eventos climáticos extremos, como ondas de calor, furacões, secas intensas, elevação do nível do mar, estão aumentando em frequência, severidade, duração e extensão espacial, impactando ecossistemas e populações (IPCC, 2023). Entre os

impactos mais alarmantes está o derretimento de geleiras e calotas polares, que possivelmente levarão a uma elevação do nível do mar muito alta e por séculos, ameaçando áreas costeiras povoadas e causando insegurança hídrica em várias regiões. Além disso, a acidificação dos oceanos e a perda da biodiversidade comprometem a segurança alimentar e os serviços ecossistêmicos essenciais para a vida humana (IPCC, 2023).

Visto isso a vulnerabilidade social às mudanças climáticas está em rápido crescimento, especialmente entre populações de países em desenvolvimento e intensificada ainda mais pela marginalização de comunidades

[...] ligadas a, por exemplo, gênero, etnia, baixa renda, assentamentos informais, deficiências, idade e padrões históricos e contínuos de desigualdade, como o colonialismo, especialmente para muitos Povos Indígenas e comunidades locais [...]. (IPCC, 2023, p. 48)

Neste cenário os eventos climáticos extremos acabam por agravar as desigualdades socioeconômicas e muitas vezes levam milhões de pessoas a riscos ainda maiores ao terem que migrar para outras cidades ou países, tornando-se refugiados climáticos (IPCC, 2023). De acordo com o relatório, a adaptação climática para evitar que isso aconteça enfrenta barreiras financeiras e institucionais. Por tanto sem medidas eficazes, os impactos das mudanças do clima poderão se tornar irreversíveis para estes grupos, comprometendo os meios de subsistência em diversos locais do planeta. Uma vez que “a vulnerabilidade humana e dos ecossistemas são interdependentes” (IPCC, 2023, p. 116).

O relatório alerta que ações de mitigação são urgentes e essenciais para evitar impactos catastróficos. Como também pontuou o presidente da 30ª sessão da Conferência das Partes (COP30) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), André Corrêa do Lago, “a mudança é inevitável – seja por escolha ou por catástrofe. Se o aquecimento global não for controlado, a mudança nos será imposta, ao desestruturar nossas sociedades, economias e famílias” (Lago, 2025)².

² Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima: Primeira Carta do Presidente da COP30, Embaixador André Corrêa do Lago. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/primeira-carta-do-presidente-da-cop30-embaixador-andre-correa-do-lago>. Acesso em: março. 2025

Para controlar então o aquecimento global a 1,5°C ou 2°C, serão necessárias reduções rápidas e permanentes das emissões de GEE, alcançando emissões líquidas zero de CO₂ até meados do século (IPCC, 2023). Isso requer uma transição global para um sistema energético livre de combustíveis fósseis com a expansão das energias renováveis, e ações efetivas de mitigação como a eletrificação dos transportes, maior eficiência energética e consumo consciente, redução do desmatamento e preservação da biodiversidade, gestão sustentável de resíduos e adoção de tecnologias de remoção de dióxido de carbono (CDR) (UNESCO, 2014; IPCC, 2023; Oppenheimer, 2022; Lago, 2025). Também serão necessárias adaptações que incorporem soluções baseadas na natureza e melhorem a governança climática global (WRI, 2023).

Ações adiadas ampliarão custos futuros e tornarão a mitigação e a adaptação menos viáveis. No entanto, a implementação dessas medidas enfrenta desafios, como a necessidade de investimentos iniciais significativos e mudanças estruturais nas economias, como ressaltou Lago na primeira carta da COP 30

O financiamento, a tecnologia e a cooperação internacional são facilitadores essenciais para acelerar a ação climática. Os especialistas estão sendo claros: temos apenas alguns anos. Para que os objetivos climáticos sejam alcançados, o financiamento da adaptação e da mitigação precisará ser aumentado exponencialmente (Primeira Carta do Presidente da COP 30, 2025).

A cooperação internacional com esforços coordenados e imediatos em escala global, o financiamento climático e a governança inclusiva são, portanto, as peças-chaves para garantir uma transição justa e equitativa, especialmente para os países em desenvolvimento e as comunidades vulneráveis, que precisarão ter o apoio financeiro significativamente ampliado para apoiar essa transição (IPCC, 2023).

Sem cortes drásticos nas emissões e fortalecimento da resiliência social e ambiental, os impactos se tornarão cada vez mais severos e irreversíveis. O caminho para limitar o aquecimento a níveis seguros ainda está aberto, com “ações de adaptação e mitigação que priorizam equidade, justiça social, justiça climática, abordagens baseadas em direitos e inclusão” as quais “levam a resultados mais sustentáveis, reduzem trade-offs, apoiam mudanças transformadoras e promovem o desenvolvimento resiliente ao clima” (IPCC, 2023, p.48), mas as oportunidades para a ação estão se fechando rapidamente.

4.1.2 Acordos Globais e Políticas Públicas Brasileiras

Como dito anteriormente, as mudanças climáticas são um desafio global e ao longo das décadas, diversas iniciativas internacionais e políticas nacionais foram desenvolvidas para mitigar seus efeitos e promover a adaptação. Alguns dos marcos regulatórios internacionais que se destacam são:

Quadro 2 – Relação de conferências e acordos internacionais

Data	Conferência	Objetivos	Acordos e regulamentações
1972	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano de Estocolmo	Primeira conferência global para debater o impacto das atividades humanas no meio ambiente. Início da governança ambiental internacional.	Criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), responsável por coordenar ações ambientais globais. Estabelecimento da Declaração de Estocolmo, primeiro documento internacional a tratar da proteção ambiental como uma questão global.
1985 e 1987	Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio e Protocolo de Montreal	Discutir a proteção da camada de ozônio através da redução de substâncias que a destroem. Reduzir e eliminar o uso dessas substâncias.	Estabelecimento da primeira cooperação internacional na proteção da camada de ozônio. Definiu prazos obrigatórios para diminuição do uso de CFCs e substâncias nocivas.
1992	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) (Rio-92)	Criação de estratégias globais para o desenvolvimento sustentável e mudanças climáticas.	Agenda 21: plano de ação para o desenvolvimento sustentável. Criação das Convenções sobre Biodiversidade e sobre Desertificação, e da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCC).
1997	COP 3 Kyoto	Estabelecer metas para a redução de emissões de gases de efeito estufa.	Protocolo de Kyoto: primeiro tratado internacional de metas para redução de GEE. Criação do Mecanismo de

			Desenvolvimento Limpo (MDL).
2000	Cúpula do Milênio das Nações Unidas (NY)	Estabelecer objetivos globais para o desenvolvimento, incluindo a sustentabilidade ambiental.	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM): erradicação da pobreza e da fome, ensino básico universal, igualdade de gênero, redução da mortalidade infantil, melhora da saúde materna, combate à doenças, qualidade de vida e ambiental, parceria global para o desenvolvimento.
2002	Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (Joanesburgo)	Revisar o progresso da Agenda 21 e discutir novos desafios sociais e ambientais na globalização.	Plano de Implementação de Joanesburgo (JPOI): erradicação da pobreza, saúde e acesso à água potável, mudança nos padrões de consumo e produção, gestão dos recursos naturais, financiamento e transferência de tecnologia para países em desenvolvimento.
2012	Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20)	Discutir as lacunas dos eventos anteriores, renovar o compromisso político com o desenvolvimento sustentável e discutir a economia verde.	Criação do Fórum Político de Alto Nível sobre Desenvolvimento Sustentável e elaboração do documento "O Futuro que Queremos", ponto de partida para a elaboração dos futuros Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).
2015	COP 21 Paris	Limitar o aumento da temperatura global, definir contribuições para cada país e estipular o prazo para atingir emissões líquidas zero.	Acordo de Paris: definição das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), limitar o aquecimento global abaixo de 2°C, com esforços para limitar a 1,5°C e atingir emissões líquidas zero até 2050.

2015	Cúpula das Nações Unidas para a Adoção da Agenda 2030	Discutir o fim das ODM. Estabelecer novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para erradicar a pobreza e promover a sustentabilidade.	Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, com 17 ODS e 169 metas, estabeleceu as áreas mais críticas para atenção global: pessoas, planeta, prosperidade, paz e cooperação.
2023	COP 28 Dubai	Revisar o progresso global das metas do Acordo de Paris e discutir ações climáticas urgentes. Apresentação da estrutura do Fundo de Perdas e Danos.	Acordo de transição dos combustíveis fósseis para fontes de energia renováveis. Aceleração da ação climática até 2030. Primeiro balanço da Avaliação Global dos esforços mundiais para combater as alterações climáticas. Fundo de Perdas e Danos, para auxiliar os países vulneráveis a lidar com as perdas e danos decorrentes dos efeitos e impactos das mudanças climáticas.
2024	COP 29 Baku	Estabelecer uma nova meta de financiamento climático, reforçar o Acordo de Paris, promover a justiça climática.	Definição de uma nova meta global triplicando o financiamento climático, com foco em adaptação climática nos países mais vulneráveis, até 2035.

Fonte: Elaborado pela autora com base em UNFCCC (2024)³, UNFCCC (2023)⁴, UN (2015), UN (2015), UN (2012)⁵, UN (2002)⁶, UN (2000)⁷, UN (1998), UN (1992)⁸, UN (1989)⁹, UN (1972)¹⁰, Farinazzo Filho (2023), 2025.

Esses acordos e políticas demonstram uma clara evolução da consciência ambiental e, conseqüentemente, das estratégias de ação de acordo com o crescente fortalecimento dos debates acerca do meio ambiente e das mudanças climáticas ao longo dos anos. O Protocolo de Kyoto, o Acordo de Paris e a Agenda 2030 destacam-se como principais marcos, por trazerem regulamentações e diretrizes de enfrentamento da crise climática.

O Protocolo de Kyoto foi o primeiro tratado internacional oficial para a redução dos GEEs, estabelecendo metas de redução de 5%, em relação às emissões de 1990 e com prazo inicial até 2012, principalmente por parte dos países industrializados. Também originou a criação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que introduziu os créditos de carbono, onde países desenvolvidos compensariam parte de suas emissões de GEE por meio de investimentos em projetos de desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento, assim eles adquiriam as Reduções Certificadas de Emissões (RCEs) ao investirem nos países que concordassem com os projetos (ONU, 1998).

³ Conferência das Partes (COP29) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, decisões disponíveis em: <https://unfccc.int/cop29/auvs> Acesso em: mar. 2025

⁴ Conferência das Partes (COP28) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, decisões disponíveis em: <https://unfccc.int/decisions> Acesso em: mar. 2025

⁵ Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20), relatório disponível em: <https://docs.un.org/en/A/CONF.216/16> Acesso em: mar. 2025

⁶ Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável (Joanesburgo), documento oficial do Plano de Implementação disponível em: <https://docs.un.org/en/A/CONF.199/20> Acesso em: mar. 2025

⁷ Cúpula do Milênio das Nações Unidas (NY), documento oficial da Declaração do Milênio disponível em: <https://docs.un.org/en/A/RES/55/2> Acesso em: mar. 2025

⁸ Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) (Rio-92), documento oficial da Agenda 21 disponível em:

https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf?_gl=1*21ab7p*_ga*OTcxOTkyMzczLjE3NDE3ODQwNjQ.*_ga_TK9BQL5X7Z*MTc0MTg4NTIyNi4yLjEuMTc0MTg4NTcwMC4wLjAuMA. Documento oficial da criação da UNFCCC disponível em:

https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf. Documento oficial da criação da Convenção sobre Diversidade Biológica disponível em: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf> Acesso em: mar. 2025

⁹ Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio, disponível em: <https://ozone.unep.org/treaties/montreal-protocol/montreal-protocol-substances-deplete-ozone-layer> Acesso em: mar. 2025

¹⁰ Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano de Estocolmo, relatório disponível em: <https://docs.un.org/en/A/CONF.48/14/Rev.1> Acesso em: mar. 2025

O Acordo de Paris reforçou a necessidade da redução das emissões de gases de efeito estufa, com o compromisso de tentar limitar o aquecimento a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais. Para atingir esse objetivo, os países signatários desenvolveram, a partir das Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC), suas próprias metas de redução de emissão de GEE, de acordo com seus cenários sociais e econômicos locais. (ONU, 2015)

Já a Agenda 2030 tem caráter mais abrangente, indo além de objetivos relacionados à mudança do clima global, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável perpassam esferas econômicas, políticas, ambientais e de saúde. São 17 ODS, os quais representam os principais desafios de desenvolvimento enfrentados ao redor do mundo (ONU, 2015).

Figura 1 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas



© ONU

Fonte: Unicef, 2024

No entanto, ainda há desafios na implementação e no comprometimento de diversos setores para garantir resultados concretos. Sobre as ODS, o atual Presidente do Brasil, Luiz Inácio Lula da Silva, disse na abertura da Cúpula do

Futuro de 2024¹¹ que estes “foram o maior empreendimento diplomático dos últimos anos e caminham para se tornarem nosso maior fracasso coletivo”, ressaltando o insucesso na concretização das 17 ODS a serem cumpridas até 2030.

De acordo com Farinazzo Filho, apesar do “quadro teórico e conceitual extenso na esfera da política ambiental internacional”, as governanças internacionais seguem exibindo “dificuldades na efetivação das medidas - vide as substituições constantes de agendas e diretrizes” (Farinazzo Filho, 2023, p.83). Isso ocorre, segundo o autor, devido a estrutura do sistema internacional e os aspectos econômicos que a caracterizam, principalmente em relação às “diferenças histórico-econômicas entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento” (Farinazzo Filho, 2023, p.83), que acabam por dificultar as negociações e a implementação efetiva das medidas acordadas. Visto que os objetivos, o financiamento e as tecnologias dos países, que se encontram em diferentes níveis socioeconômicos e de desenvolvimento, são frequentemente incompatíveis (Farinazzo Filho, 2023).

Nesse contexto, o Presidente Luiz Inácio da Silva Lula afirmou, na abertura da 78ª Assembleia Geral das Nações Unidas em 2023¹², que

Agir contra a mudança do clima implica pensar no amanhã e enfrentar desigualdades históricas. Os países ricos cresceram baseados em um modelo com altas taxas de emissões de gases danosos ao clima. A emergência climática torna urgente uma correção de rumos e a implementação do que já foi acordado. Não é por outra razão que falamos em responsabilidades comuns, mas diferenciadas. São as populações vulneráveis do Sul Global as mais afetadas pelas perdas e danos causados pela mudança do clima. Os 10% mais ricos da população mundial são responsáveis por quase a metade de todo o carbono lançado na atmosfera (Discurso de abertura da 78ª sessão da AG, 2023)

e para que haja um avanço efetivo em todas as áreas contempladas pelas regulamentações internacionais para a crise climática, é necessário que o

¹¹ Planalto: Discurso do presidente Lula na abertura da Cúpula do Futuro, em Nova York. Disponível em: <https://www.gov.br/planalto/pt-br/acompanhe-o-planalto/discursos-e-pronunciamentos/2024/09/discurso-do-presidente-lula-na-abertura-da-cupula-do-futuro-em-nova-york>. Acesso em: março. 2025

¹² Planalto: Discurso do presidente Luiz Inácio Lula da Silva na abertura da 78ª Assembleia da ONU. Disponível em: <https://www.gov.br/planalto/pt-br/acompanhe-o-planalto/discursos-e-pronunciamentos/2023/discurso-do-presidente-luiz-inacio-lula-da-silva-na-abertura-da-78a-assembleia-da-onu>. Acesso em: março. 2025

intercâmbio de tecnologias e o financiamento para os países em desenvolvimento sejam intensificados e melhor aplicados, como salienta André Corrêa do Lago

Precisamos usar da melhor maneira possível a arquitetura financeira multilateral, remover as barreiras e resolver os entraves enfrentados pelos países em desenvolvimento no financiamento da ação climática, incluindo altos custos de capital, espaço fiscal limitado, níveis de dívida insustentáveis, altos custos de transação e condicionalidades para acessar o financiamento climático. Precisamos avançar na integração do clima aos investimentos e ao financiamento. (Primeira Carta do Presidente da COP 30, 2025)

À luz destas questões, embora as negociações e os mecanismos de financiamento global sejam fundamentais para impulsionar as ações climáticas, a eficácia dessas iniciativas também depende da estruturação de políticas nacionais sólidas. No Brasil, a implementação de legislações específicas voltadas à mitigação e adaptação às mudanças climáticas é uma base importante para alinhar os compromissos internacionais às realidades socioeconômicas e ambientais do país. Principalmente tendo em vista que o Brasil, é um dos países mais biodiversos do mundo, e por tanto enfrenta desafios únicos relacionados às alterações climáticas.

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), estabelecida pela Lei nº 12.187/2009, é o marco regulatório inicial de ações, em nível Federal, de mitigação e adaptação às alterações climáticas, definindo metas e instrumentos para a redução das emissões nacionais, oficializando o compromisso do Brasil de reduzir as emissões de GEE. A lei estabelece diretrizes para a elaboração de planos setoriais de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, visando uma baixa no carbono dos setores de energia, transporte, indústria, agricultura, entre outros, dessa forma ela se caracteriza como uma

policy mix, pois prevê, na mesma política, diferentes tipos de instrumentos, como os econômicos e os de comando e controle. Ademais, a lei se propôs abrangente, prevendo uma meta quantificada de redução de emissões para o Brasil, que deveria ser alcançada por meio de instrumentos tais como planos específicos para determinados setores da economia e um mercado nacional de carbono (Santos, 2021, p.6).

Tendo como principais instrumentos o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima e os Planos de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento nos biomas (Brasil, 2009).

Em 2012 as mudanças climáticas são brevemente contempladas em outra legislação, no Código Florestal, estabelecido pela Lei nº 12.651/2012, através da regulamentação da proteção e do uso das florestas, incluindo a recuperação de áreas desmatadas e redução do desmatamento, sendo este um grande fator de emissão de GEE no Brasil. Além disso o decreto prevê também, no Art. 40, que o Governo crie uma política nacional de controle e manejo de queimadas e de prevenção e combate a incêndios florestais, visando assim que

§ 1º A Política mencionada neste artigo deverá prever instrumentos para a análise dos impactos das queimadas sobre mudanças climáticas e mudanças no uso da terra, conservação dos ecossistemas, saúde pública e fauna, para subsidiar planos estratégicos de prevenção de incêndios florestais.

§ 2º A Política mencionada neste artigo deverá observar cenários de mudanças climáticas e potenciais aumentos de risco de ocorrência de incêndios florestais (Brasil, 2012).

No setor agropecuário, o Plano de Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC), passa a tratar das ações de mitigação. Lançado em 2010, o Plano ABC é uma estratégia para a agricultura sustentável, aspirando à redução das emissões de gases de efeito estufa no setor, através de um conjunto de ações para promover a adoção de tecnologias agropecuárias sustentáveis e aumentar a “eficiência e resiliência dos sistemas produtivos, a partir de uma gestão integrada da paisagem” (Brasil, 2021).

A fim de atender aos compromissos do Acordo de Paris e da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, em 2017 é instituída a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), pela Lei nº 13.576/2017. Com os objetivos de promover a expansão dos biocombustíveis na matriz energética, induzir ganhos de eficiência energética e de reduzir as emissões GEE na produção, comercialização e uso dos biocombustíveis (Brasil, 2017).

Para contemplar o âmbito da adaptação às mudanças climáticas, o decreto Decreto nº 9.578/2018 estabeleceu o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA). O qual foi desenvolvido para promover a redução da vulnerabilidade do Brasil às mudanças do clima e integrar a adaptação nas políticas públicas (Brasil, 2018). Abrangendo diversas esferas, como por exemplo recursos hídricos, saúde e infraestrutura, e propondo medidas para aumentar a resiliência e a capacidade

adaptativa do país. Para isso o PNA traz em sua composição uma série de planos específicos para diferentes setores:

Art. 17. Para fins do disposto neste Decreto, são considerados os seguintes planos de ação para prevenção e controle do desmatamento nos biomas e planos setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas:

I - Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal - PPCDAm;

II - Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado - PPCerrado;

III - Plano Decenal de Expansão de Energia - PDE; (Revogado pelo Decreto nº 11.075, de 2022)

IV - Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura - Plano ABC; e

V - Plano Setorial de Redução de Emissões da Siderurgia. (Brasil, 2018)

Mais recentemente, foi sancionada a Lei nº 14.904/2024, que estabelece novas diretrizes para a elaboração de planos de adaptação à mudança do clima. Essa lei busca novamente reduzir a vulnerabilidade e a exposição a riscos dos sistemas ambiental, social, econômico e de infraestrutura, diante dos impactos adversos das mudanças do clima, alterando a Lei nº 12.114, de 2009, e reforçando a importância de medidas de adaptação. Além disso, o Decreto nº 12.254/2024 define as competências do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) em relação à governança climática do país. Entre suas atribuições, destaca-se a formulação e coordenação de políticas públicas voltadas para a mitigação e adaptação, assegurando a integração das ações governamentais nesse contexto (Brasil, 2024).

No geral, fica claro que o arcabouço legal brasileiro, reflete o esforço do país em alinhar crescimento econômico com a preservação ambiental. Mas ainda há a necessidade de uma mudança coletiva e individual de atitude, a fim de que tais políticas, leis e decretos realmente sejam contemplados na prática.

4.2 Educação Ambiental Crítica

Historicamente, a Educação Ambiental no Brasil começou a se estruturar na década de 1970 e 1980, sendo influenciada por conferências internacionais, como a Conferência de Estocolmo (1972) e a Conferência de Tbilisi (1977) (Effting, 2007; Dias, 1991). Desde então, houveram avanços significativos na educação brasileira. No entanto, os desafios persistem, especialmente em um cenário de crescente crise climática. Segundo a UNESCO (2005, p. 44), "a Educação Ambiental é uma disciplina bem estabelecida que enfatiza a relação dos seres humanos com o ambiente natural, as formas de conservá-lo, preservá-lo e administrar seus recursos adequadamente". No entanto, sua introdução foi heterogênea e controversa, o que resultou na fragmentação de suas vertentes em "macrotendências político-pedagógicas" (Layrargues & Lima, 2014).

A partir da década de 1990, a EA ganhou maior visibilidade no cenário nacional, especialmente com a promulgação da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) em 1999, que a instituiu como um componente essencial e permanente da educação nacional. A PNEA representou um avanço significativo ao estabelecer diretrizes para a integração da EA nos currículos escolares e na formação de professores. No entanto, como aponta Loureiro (2006), a implementação da EA no Brasil tem sido um processo desafiador, marcado por "disputas entre diferentes concepções de meio ambiente e educação, que vão desde abordagens conservacionistas até perspectivas críticas e transformadoras" (p. 32). Essa trajetória histórica revela a complexidade da EA no país, que precisa conciliar as demandas globais com as realidades locais, buscando superar as desigualdades socioambientais e promover uma educação verdadeiramente emancipatória.

O presente trabalho, tem por base a vertente da Educação Ambiental Crítica (EAC), a qual emergiu como uma resposta às abordagens conservacionistas e pragmáticas da EA, propondo um modelo que desafia a hegemonia do neoliberalismo e do conservadorismo, direcionando para o socioambientalismo e justiça ambiental (Lima, 2009; Layrargues & Lima, 2014; Cosenza *et al.*, 2014). Diferente das abordagens conservacionistas que trazem práticas pontuais e desvinculadas do contexto socioeconômico, a EAC entende as questões ambientais

como indissociáveis das desigualdades sociais e do sistema econômico vigente (Layrargues & Lima, 2014).

A EAC tem como objetivo estimular a reflexão crítica sobre as causas estruturais dos problemas ambientais, situando o debate ecológico dentro de um contexto político e social mais amplo. Assim, não se restringe ao ensino sobre impactos ambientais, mas questiona os modos de produção e consumo que perpetuam a degradação ambiental (Narcizo, 2009). Essa perspectiva crítica é essencial para enfrentar as problemáticas contemporâneas, especialmente em um contexto de crescente crise climática e desigualdades sociais.

4.2.1 O papel da Educação Ambiental na formação de cidadãos críticos

Como dito, a EA deveria atuar como ferramenta de emancipação, capacitando cidadãos a compreenderem a complexidade dos problemas ambientais e suas conexões com a economia, a política e a cultura. A educação em si deveria ser parte de um processo que auxilie o aluno a pensar criticamente e questionar as normas e estruturas sociais estabelecidas de forma a ser transformadora e libertadora, indo além da mera transmissão de conhecimento (hooks, 1994; Freire, 1968).

O pesquisador Sauv   (2005) traz EA para além de uma ferramenta educacional, de acordo com ele a Educa  o Ambiental:

Trata-se de uma dimensão essencial da educa  o fundamental que diz respeito a uma esfera de intera  es que está na base do desenvolvimento pessoal e social: a da rela  o com o meio em que vivemos, com essa “casa de vida” compartilhada. A Educa  o Ambiental visa introduzir dinâmicas sociais, de início na comunidade local e, posteriormente, em redes mais amplas de solidariedade, promovendo a abordagem colaborativa e crítica das realidades socioambientais e uma compreensão aut  noma e criativa dos problemas que se apresentam e das solu  es possíveis para eles. (Sauv  , 2005).

Contudo, implementar essa abordagem crítica nas escolas não    uma tarefa simples. O modelo educacional vigente ainda está preso a currículos rígidos, que compartimentalizam o conhecimento e dificultam a interdisciplinaridade (Moura Carvalho, 1998). Como consequência, os alunos têm dificuldades para perceber conexões entre diferentes áreas do saber, comprometendo uma compreensão sist  mica dos desafios ambientais.

Além disso, há uma carência na formação inicial e continuada de professores para trabalhar a Educação Ambiental de maneira crítica, como foi relatado por Narcizo (2009) e de Guimarães e colaboradores (2012), os quais revelam que há um despreparo dos professores em relação à esse conceito, muitas vezes pautadas como uma defasagem no curso de licenciatura da formação dos próprios professores.

Para que os professores possam atuar como mediadores de uma educação transformadora, é essencial que sua formação aborde o papel da EAC, sua integração ao currículo escolar, seu caráter interdisciplinar e metodologias para sua implementação.

4.2.2 Transdisciplinaridade e os desafios curriculares

A interdisciplinaridade é um dos pilares da EAC. Ao integrar diferentes disciplinas no currículo escolar, ela permite que os alunos compreendam os problemas ambientais de maneira ampla e conectada. A interdisciplinaridade e a educação ambiental andam juntas, uma vez que ambas

dizem respeito a uma formação de valores e atitudes sensíveis à diversidade, à complexidade do mundo da vida e, sobretudo, a um sentimento de solidariedade diante dos outros e da natureza (Moura Carvalho, 1998, p. 23)

e por compartilharem de um desconforto diante de modelos mecânicos presentes nas atitudes humanas de dominação, intolerância, consumo e preconceito (Moura Carvalho, 1998).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propõe que a interdisciplinaridade seja uma diretriz para o ensino, como uma das medidas necessárias para a construção de uma escola cidadã (BRASIL, 2017), mas sua implementação ainda esbarra em currículos engessados e em uma estrutura escolar que valoriza a compartimentalização das disciplinas, como apontado por Oliveira Carvalho *et al.* (2020, p. 23), e que complementa ao dizer que "o currículo deve ser entendido como construção, enquanto campo de disputa, e não como um modelo fixo e fechado".

Além disso, a falta de tempo e de recursos nas escolas dificulta a adoção de práticas interdisciplinares. Professores, muitas vezes, não têm autonomia para

propor atividades que integrem diferentes áreas do conhecimento, e o excesso de conteúdos obrigatórios pode limitar a flexibilidade curricular (Azevedo Martins & Schnetzler, 2021; Moura Carvalho, 1998).

A escola então, como formadora da educação básica do conhecimento, teria de se encarregar desse papel desafiador de prover ações ambientais educativas e interdisciplinares, para conscientizar os alunos, como habitantes da Terra, sobre as responsabilidades ambientais e sociais envolvidas dentro deste contexto, auxiliando-os para se tornarem cidadãos conscientes ecologicamente corretos (Narcizo, 2009; Guimarães *et al.*, 2012). As diretrizes curriculares do Ministério da Educação (MEC), diz que:

A Educação Ambiental envolve o entendimento de uma educação cidadã, responsável, crítica, participativa, onde cada sujeito aprende com conhecimentos científicos e com o reconhecimento dos saberes tradicionais, possibilitando a tomada de decisões transformadoras a partir do meio ambiente natural ou construído no qual as pessoas se inserem. A Educação Ambiental avança na construção de uma cidadania responsável, estimulando interações mais justas entre os seres humanos e os demais seres que habitam o Planeta, para a construção de um presente e um futuro sustentável, sadio e socialmente justo (Brasil, 1996).

Para superar essas barreiras, seria necessário a reformulação curricular e a capacitação docente para o desenvolvimento de práticas que conversem entre outras disciplinas, para que, deixe de existir “uma confusão em relação à transversalidade, à interdisciplinaridade, à transdisciplinaridade e à multidisciplinaridade ou pluridisciplinaridade” (Sepulcri & Tristão, 2017, p.8) e passe para um consenso de que a EA só será “efetiva nas escolas pela interação das disciplinas, que, no modelo de educação que temos hoje, só é possível com interações dos/as professores/as” (Sepulcri & Tristão, 2017, p.8). A interdisciplinaridade é então um primeiro passo, a fim de chegarmos a uma Educação Ambiental Crítica que é transformadora e não disciplinar, que perpassa por todas as áreas de conhecimento formal e não formal.

4.2.3 Educação Ambiental e a influência do neoliberalismo

Outro desafio central para a EAC é o impacto das políticas neoliberais sobre a educação. O modelo neoliberal, baseado na lógica de mercado, tem transformado a

educação em um produto e enfraquecido seu papel como instrumento de transformação social (Stoffels & Carvalhaes, 2022). De acordo com Junges e autores, a educação brasileira

Em meio a tantas dificuldades educacionais, profundamente relacionadas às dificuldades de ordem social, num país em que a pobreza e a falta de condições mínimas de sobrevivência são notórias, não se pode deixar de dizer que não poucas perspectivas educacionais estão condicionadas a conceitos de dominação política, ou seja, com a própria situação de construção sociopolítica do país. Essas são questões relevantes principalmente por considerarmos que a educação brasileira, tal como aponta boa parte da historiografia educacional do país, muitas vezes se mantém condicionada e atrelada a posicionamentos ideológicos. (Junges *et al.*, 2018, p.3)

A influência do neoliberalismo, então, se manifesta na mercantilização do conhecimento, na precarização das condições de trabalho dos professores e na padronização do ensino. Como resultado, a EA é frequentemente reduzida a campanhas superficiais de conscientização, sem abordar as verdadeiras raízes dos problemas ambientais, que na maior parte das vezes estão no próprio modelo político-econômico vigente (Carvalho, 2012; Layrargues & Lima, 2014; Tonozi-Reis, 2011). Além disso, a precarização da educação pública limita a oferta de programas de formação continuada, dificultando o desenvolvimento de abordagens críticas na prática pedagógica, sem suporte institucional adequado, muitos professores precisam buscar capacitação por conta própria, o que reforça desigualdades entre diferentes redes de ensino (Azevedo Martins & Schnetzler, 2021; Stoffels & Carvalhaes, 2022). De acordo com Tozoni-Reis *et al.*, uma

[...] pesquisa do INEP identificou que uma das grandes dificuldades para a inserção da EA nas escolas refere-se à precariedade de recursos materiais, em que estão inseridos os materiais de pesquisa e estudo para o aprofundamento de temas ambientais e educacionais, inclusive para a formação permanente dos professores (2013, p. 360).

Ademais, o avanço da lógica mercadológica sobre a Educação Ambiental tem conduzido à sua despolitização, convertendo-a em um conjunto de boas práticas isoladas, sem conexão com as causas estruturais da crise socioambiental. O mesmo ocorre na formação docente, onde a ausência de políticas públicas sólidas leva à

dependência de cursos oferecidos por entidades privadas, que frequentemente limitam a abordagem crítica (Layrargues & Lima, 2014).

Dessa forma, é essencial que a Educação Ambiental Crítica resista a essas tendências, valorizando a autonomia dos professores, o pensamento crítico dos alunos e a construção coletiva do conhecimento.

4.2.4 Educação Ambiental Crítica como uma abordagem transformadora

A EAC se apresenta como uma alternativa necessária para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos. Ao integrar a interdisciplinaridade, promover a formação continuada dos professores e combater a influência do neoliberalismo na educação, ela pode contribuir para a construção de uma sociedade mais justa e sustentável (Demizu, 2013).

Para que essa transformação ocorra, é fundamental que a EAC seja incorporada de maneira estruturada no currículo escolar, garantindo que os alunos tenham acesso a uma educação que vá além da transmissão de informações e os capacite a refletir criticamente sobre a realidade em que vivem. A formação de professores também precisa ser revista, para que os educadores tenham as ferramentas necessárias para aplicar essa abordagem em sala de aula.

Em suma, a Educação Ambiental não pode ser vista como um complemento ao currículo, mas como uma necessidade na formação de cidadãos que possam compreender e atuar sobre as crises socioambientais do século XXI.

A Educação Ambiental Crítica, portanto, possui caráter transversal e deve ser compreendida como um campo de disputa e transformação, que desafia os modelos tradicionais de ensino e propõe uma nova forma de pensar a relação entre sociedade, economia e meio ambiente.

4.3 Políticas públicas e diretrizes curriculares para a Educação Ambiental

Diante dos desafios apresentados, a regulamentação da Educação Ambiental no Brasil desempenha um papel crucial para sua efetivação no ensino básico.

A EA no Brasil está regulamentada por uma série de diretrizes curriculares e políticas públicas que visam garantir sua inserção nos sistemas de ensino, desde a Educação Básica até o Ensino Superior.

A Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) instituída pela Lei nº 9.795, em 27 de abril de 1999, representa o principal marco legal para a incorporação da Educação Ambiental (EA) no Brasil. A PNEA estabelece a EA como “um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal” (Brasil,1999).

Como princípios fundamentais a Lei traz:

- I - o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;
 - II - a garantia de democratização das informações ambientais;
 - III - o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social;
 - IV - o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;
 - V - o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade;
 - VI - o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia;
 - VII - o fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade.
- (Brasil,1999)

A Lei então enfatiza que a EA deve ser baseada na participação comunitária, incentivando a corresponsabilidade social na gestão ambiental e promovendo uma visão sistêmica dos problemas ambientais. Além disso, a PNEA atribui ao Poder Público, setor privado e sociedade civil organizada o dever de fomentar práticas educativas voltadas para a sustentabilidade e a justiça socioambiental. No entanto, apesar de seu caráter inovador, a implementação da PNEA enfrentou desafios, como a falta de diretrizes operacionais específicas e de investimentos contínuos em formação docente, dificultando sua efetiva consolidação nas escolas brasileiras.

Visando facilitar a implementação da PNEA a Resolução CNE/CP nº 2, de 15 de junho de 2012, estabeleceu as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA), reafirmando a EA como componente indispensável e interdisciplinar nos currículos escolares. O documento ressalta que a EA não deve ser tratada como uma disciplina isolada, mas sim de forma transversal, integrando diferentes áreas do conhecimento e promovendo uma abordagem crítica (Brasil, 2012). Por tanto

[...] o planejamento curricular e a gestão de ensino devem contribuir para o estabelecimento das relações entre as mudanças climáticas e o atual modelo de produção, consumo, organização social, visando à prevenção de desastres ambientais e à proteção das comunidades, considerando os saberes e os valores da sustentabilidade, a diversidade de manifestações da vida, os princípios e os objetivos estabelecidos (Oliveira *et al.*, 2021).

A concepção de EA defendida pelas diretrizes curriculares se alinha muito com a abordagem da Educação Ambiental Crítica, pois entende que a questão ambiental não pode ser dissociada das dimensões política, econômica e social. Segundo a Resolução CNE/CP nº 2/2012, a EA deve possibilitar "a compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos" (Brasil, 2012, p. 2).

Essa abordagem crítica é essencial para a formação de cidadãos capazes de refletir sobre os impactos das atividades humanas no planeta e propor soluções sustentáveis e justas, como é dito no Art. 3º:

A Educação Ambiental visa à construção de conhecimentos, ao desenvolvimento de habilidades, atitudes e valores sociais, ao cuidado com a comunidade de vida, a justiça e a equidade socioambiental, e a proteção do meio ambiente natural e construído. (Brasil, 2012, p. 2)

Além disso, a Resolução enfatiza a formação continuada de professores, destacando que as instituições de ensino devem promover capacitação docente para que os educadores consigam inserir a EA de maneira transversal e interdisciplinar nas suas práticas pedagógicas (Brasil, 2012).

O Parecer CNE/CP nº 14/2012, que fundamenta a Resolução CNE/CP nº 2/2012, aprofunda essa perspectiva, afirmando que a Educação Ambiental deve ser

"um processo educativo voltado para a formação de indivíduos críticos, capazes de compreender a realidade socioambiental e atuar na sua transformação" (Brasil, 2012, p. 5). O parecer ainda reforça que a EA não deve ser reduzida a práticas pontuais, como campanhas esporádicas de conscientização, mas deve fazer parte do cotidiano escolar, permeando todas as disciplinas e articulando-se com a comunidade.

4.3.1 Atualização da Política Nacional de Educação Ambiental e sua relação com as mudanças climáticas

Em 2024, a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) foi atualizada pelo Projeto de Lei nº 6.230/2023, sancionado pelo Presidente da República, a fim de “assegurar atenção às mudanças do clima, à proteção da biodiversidade e aos riscos e vulnerabilidades a desastres socioambientais no âmbito da Política Nacional de Educação Ambiental” (Brasil, 2024)

Dessa forma a atualização traz avanços significativos para a inserção da temática das mudanças climáticas, conservação da biodiversidade e prevenção de desastres socioambientais para os currículos escolares (Brasil, 2024).

Com essa mudança, a EA passa a desempenhar um papel ainda mais central na formação de estudantes e professores, o texto legal estabelece a participação das escolas

de todos os níveis de ensino, nas ações de prevenção, de mitigação e de adaptação relacionadas às mudanças do clima e no estancamento da perda de biodiversidade, bem como na educação direcionada à percepção de riscos e de vulnerabilidades a desastres socioambientais (Brasil, 2024).

O documento também reforça a necessidade da formação continuada de professores, ao assegurar que “os professores em atividade devem receber formação complementar em suas áreas de atuação, com o propósito de atender adequadamente ao cumprimento dos princípios e objetivos da Política Nacional de Educação Ambiental” (Brasil, 1999). Essa diretriz dialoga diretamente com a proposta deste trabalho, que visa elaborar um guia didático para capacitação docente, fornecendo instrumentos teóricos para que os professores do Ensino Médio possam abordar as mudanças climáticas de maneira crítica e interdisciplinar.

A PNEA também incentiva que a Educação Ambiental Não-Formal e Formal, adotem metodologias ativas e interdisciplinares, promovendo atividades que envolvam a participação mais ativa e crítica dos educandos (Brasil, 2024). Isso se alinha diretamente à proposta da Educação Ambiental Crítica, que defende o envolvimento dos estudantes em processos reflexivos e participativos.

Além disso, a PNEA também incentiva a criação de parcerias entre escolas, empresas públicas e privadas, universidades e não-governamentais, permitindo que os professores e educandos tenham acesso a formações e programas de Educação Ambiental de qualidade. Essa diretriz pode contribuir para a implementação de projetos de formação continuada.

4.3.2 Desafios na Implementação das Diretrizes de Educação Ambiental

Apesar dos avanços legais e políticos, a implementação efetiva da Educação Ambiental Crítica nas escolas ainda enfrenta desafios. Um dos principais obstáculos é a falta de formação específica dos professores, segundo Guenther e Almeida (2023) “é fundamental investir na formação de educadores e profissionais capazes de lidar com as questões ambientais, que por sua vez atuarão na promoção da consciência socioambiental” (p.12). As autoras Sepulcri e Tristão reconhecem que “que nós, professoras e professores, sentimos dificuldades de inserir a EA em nossas práticas pedagógicas. Não sabemos muito bem como proceder” (2017, p.7) pois, citando Guimarães (2014), na formação docente dos professores não há uma discussão a respeito da incorporação das dimensões ambientais na prática e processo educacional, quando muito (Sepulcri & Tristão, 2017).

Para uma efetiva implementação da EA nas escolas é essencial então que esta lacuna de conhecimento dos educadores sobre o tema seja preenchida. Por isso

os programas de formação continuada são tão importantes frente a essa temática, bem como processos de autoconscientização e autocapacitação dos professores, que também podem tomar a iniciativa de buscarem informações motivados pela obrigatoriedade da EA nas diretrizes educacionais, pela orientação do pedagogo da escola ou pela simples vontade de fazer a diferença na vida dos alunos. (Machado & Terán, 2018, pág. 12)

Além disso, a implementação da Educação Ambiental nas escolas públicas e privadas muitas vezes ocorre de forma desigual, refletindo as disparidades estruturais do sistema educacional brasileiro. As escolas públicas enfrentam desafios que limitam o dia a dia do docente, mesmo que ele se atenha apenas ao currículo, enquanto instituições privadas possuem condições que podem ser mais favoráveis para integrarem conteúdos interdisciplinares e práticos que vão além do estipulado pelo currículo adotado. A carência de infraestrutura e a sobrecarga curricular nas escolas públicas acabam sendo então potenciais fatores que dificultam a implementação de projetos pedagógicos mais abrangentes e eficazes na EA.

A análise das diretrizes curriculares e políticas públicas para a Educação Ambiental demonstra que há um arcabouço normativo robusto que ampara a inserção desse tema nos currículos escolares. No entanto, sua efetiva implementação depende de uma série de fatores, incluindo a formação docente, a reformulação dos currículos e a disponibilização de materiais didáticos adequados.

A atualização da PNEA em 2024 representa um avanço significativo ao reforçar a necessidade de incluir as mudanças climáticas como um tema transversal na Educação Básica e incentivar a capacitação dos professores. No entanto, sua implementação ainda exigirá esforços contínuos para superar os desafios que entravam a Educação Ambiental nas escolas.

4.4 Formação continuada de professores

A formação docente no Brasil é alvo constante de discussões, seja por atualizações na formação inicial, mudanças nos currículos acadêmicos, na valorização dos profissionais ou em relação à formação continuada. De acordo com Mororó

Em uma breve análise sobre essa temática, é possível atribuir esse fenômeno às novas exigências sociais e econômicas, que tendem para um modelo de escola diferenciado do atual e, conseqüentemente, de ensino, como também pelos estudos, cada vez mais crescentes nessa área, que vêm influenciando as decisões nas diversas instâncias acadêmicas sobre o tipo de formação a ser proporcionado ao professor (2017, p.2).

Pensando nisso, os profissionais que já passaram pela formação inicial, necessitam de recursos que os auxiliem a acompanhar as constantes alterações nos padrões de desempenho do trabalho docente e nos currículos nacionais.

A formação continuada de professores desempenha um papel fundamental na atualização pedagógica e no aprimoramento profissional ao longo da carreira docente, complementando a formação inicial e garantindo sua adaptação às demandas educacionais emergentes.

No contexto da Educação Ambiental Crítica e das mudanças climáticas, a formação continuada adquire uma importância ainda maior, pois exige dos docentes um conhecimento aprofundado e atualizado sobre temas emergentes e interdisciplinares. Diante da urgência a respeito da inserção destes conteúdos em sala de aula, “o modelo de formação continuada do professor que mais se expande é o centrado na aquisição de conteúdos específicos relativos ao ensino” (Mororó, 2017, p.2), uma vez que nem sempre os currículos utilizados pelas escolas se atualizam rápido o suficiente para acompanhar as demandas, exemplo claro dessa defasagem é justamente o contexto de emergência climática que estamos vivenciando.

Diante disso, este capítulo traz a formação continuada como uma ferramenta potencializadora e revolucionária da prática pedagógica, possibilitando que professores tenham acesso a um conhecimento estruturado e confiável sobre temáticas atuais.

4.4.1 Desafios políticos e institucionais

A trajetória da formação continuada de professores no Brasil está diretamente ligada às políticas educacionais estabelecidas ao longo das últimas décadas. A promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9.394/1996, estabelece no Artigo 62, a exigência de formação específica para o

exercício do magistério na educação básica e enfatiza a oferta da formação continuada para os profissionais da educação.

“Art. 62. A formação de docentes para atuar na educação básica far-se-á em nível superior, em curso de licenciatura plena, admitida, como formação mínima para o exercício do magistério na educação infantil e nos cinco primeiros anos do ensino fundamental, a oferecida em nível médio, na modalidade normal. (Redação dada pela lei nº 13.415, de 2017)

[...] § 2º A formação continuada e a capacitação dos profissionais de magistério poderão utilizar recursos e tecnologias de educação a distância. (Incluído pela Lei nº 12.056, de 2009).

[...] Parágrafo único. Garantir-se-á formação continuada para os profissionais a que se refere o caput, no local de trabalho ou em instituições de educação básica e superior, incluindo cursos de educação profissional, cursos superiores de graduação plena ou tecnológicos e de pós-graduação. (Incluído pela Lei nº 12.796, de 2013)” (Brasil, 1996)

Em concordância com a LDB, o Plano Nacional de Educação (PNE) 2014-2024, instituído pela Lei nº 13.005/2014, delineou metas específicas para a formação docente. A Meta 16 do PNE em específico destaca a necessidade de assegurar a formação continuada para todos os profissionais da educação básica, incentivando a valorização do magistério.

“Meta 16: formar, em nível de pós-graduação, 50% (cinquenta por cento) dos professores da educação básica, até o último ano de vigência deste PNE, e garantir a todos (as) os (as) profissionais da educação básica formação continuada em sua área de atuação, considerando as necessidades, demandas e contextualizações dos sistemas de ensino.

Estratégias:

16.1) realizar, em regime de colaboração, o planejamento estratégico para dimensionamento da demanda por formação continuada e fomentar a respectiva oferta por parte das instituições públicas de educação superior, de forma orgânica e articulada às políticas de formação dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios;[...]” (Brasil, 2014)

Essa Meta reforça o compromisso com a melhoria da qualidade da educação por meio do desenvolvimento profissional contínuo dos educadores.

No entanto, apesar dessas diretrizes, a implementação de políticas efetivas de formação continuada enfrenta desafios estruturais e políticos. O Decreto nº 8.752/2016 instituiu a Política Nacional de Formação dos Profissionais da Educação Básica, estabelecendo princípios e objetivos para a organização de programas e

ações de formação, em colaboração entre os sistemas de ensino e em concordância com o PNE.

“Art. 3º [...] III - identificar, com base em planejamento estratégico nacional, e suprir, em regime de colaboração, a necessidade das redes e dos sistemas de ensino por formação inicial e continuada dos profissionais da educação básica, de forma a assegurar a oferta em quantidade e nas localidades necessárias;

IV - promover a integração da educação básica com a formação inicial e continuada, consideradas as características culturais, sociais e regionais em cada unidade federativa;

V - apoiar a oferta e a expansão de cursos de formação inicial e continuada em exercício para profissionais da educação básica pelas instituições de ensino superior em diferentes redes e sistemas de ensino, conforme estabelecido pela Meta 15 do PNE;

Art. 8º [...] II - assegurar a oferta de vagas em cursos de formação inicial e continuada de professores em exercício que não possuam a graduação e a licenciatura na área de sua atuação, conforme os critérios de prioridade em associação com os sistemas de ensino;

III - assegurar a oferta de vagas em cursos de formação continuada integrados à pós-graduação para professores da educação básica; e

IV - promover, em associação com governos estaduais, municipais e distrital, a formação continuada de professores da educação básica mediante integração ensino-serviço, inclusive por meio de residência pedagógica” (Brasil, 2016).

Este decreto enfatiza a necessidade de articulação entre formação inicial e continuada, garantindo a coerência das políticas educacionais e a efetividade das práticas pedagógicas.

Mais recentemente, a Resolução CNE/CP nº 1/2020 estabeleceu as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica, com base na Lei nº 9.394/1996 (LDB) e no Plano Nacional de Educação (PNE), instituindo a Base Nacional Comum para a Formação Continuada de Professores (BNC-Formação Continuada). A Resolução define três aspectos fundamentais para as competências docentes: conhecimento profissional, prática profissional e engajamento profissional. Ressalta também a importância da formação continuada

Art. 4º A Formação Continuada de Professores da Educação Básica é entendida como componente essencial da sua profissionalização, na condição de agentes formativos de conhecimentos e culturas, bem como orientadores de seus educandos nas trilhas da aprendizagem, para a constituição de competências, visando o complexo desempenho da sua prática social e da qualificação para o trabalho. (Brasil, 2020)

Traz também princípios norteadores para o desenvolvimento das formações continuadas no Art. 5º, como o reconhecimento e valorização dos docentes como responsáveis do desenvolvimento cognitivo e social dos educandos; a construção de uma sociedade livre, justa e solidária; a colaboração entre órgãos públicos para atingir os objetivos da política nacional de formação continuada. Estabelece também diversos fundamentos pedagógicos da formação continuada dos docentes no Art. 6º, como por exemplo:

“I - Reconhecimento das instituições de ensino que atendem à Educação Básica como contexto preferencial para a formação de docentes, da sua prática e da sua pesquisa;
II - Desenvolvimento permanente das competências e habilidades de compreensão, interpretação e produção de textos de complexidade crescente, pelo menos em língua portuguesa, tendo como base o domínio da norma culta;
III - Desenvolvimento permanente das competências e habilidades de raciocínio lógico-matemático, ou seja, conhecimento sobre números e operações, álgebra; geometria, grandezas e medidas, e probabilidade e estatística; [...]” (Brasil, 2020).

entre vários outros fundamentos de extrema importância para a regularização e implementação efetiva de formações continuadas para professores da Educação Básica.

A Resolução diferencia inclusive os tipos de cursos a serem oferecidos, sejam eles presenciais, online, de atualização, de aperfeiçoamento, de extensão, pós-graduação, entre outros, visando dessa forma explícita a flexibilidade e multiplicidade na qual os cursos podem ser dados, para que assim as possibilidades e ofertas aumentem, podendo contemplar docentes de todo o país.

Apesar deste robusto arcabouço legal, a implementação efetiva da formação continuada enfrenta desafios significativos. A instabilidade política e a falta de investimentos adequados dificultam o acesso equitativo à formação continuada, gerando desigualdades regionais e limitações estruturais (Mororó, 2017). Ademais,

muitas das formações oferecidas são fragmentadas e tecnicistas, priorizando atualizações curriculares pontuais, sem um olhar crítico para questões emergentes, como a crise climática (Junges *et al.*, 2018).

Além disso, a sobrecarga de trabalho dos docentes limita sua participação em atividades formativas, a prevalência de abordagens descontextualizadas também acaba por muitas vezes não atender às reais necessidades dos professores e comunidades escolares (Nóvoa, 1992).

A articulação entre os diferentes entes federativos também se apresenta como um desafio, exigindo uma gestão colaborativa e integrada para a efetivação das políticas de formação continuada. A promoção de uma cultura de valorização do desenvolvimento profissional docente é essencial para superar as barreiras existentes e garantir a melhoria contínua da qualidade da educação básica no Brasil.

4.4.2 O potencial transformador da formação continuada

A formação continuada, quando bem estruturada, não apenas capacita os professores com informações atualizadas, mas também promove uma transformação pedagógica profunda e um processo emancipatório que empodera o professor, permitindo que o conhecimento seja integrado de forma crítica e interdisciplinar ao currículo escolar. A formação docente continuada tem a oportunidade de ser um espaço de resistência e diálogo, capacitando os professores para atuarem como agentes de transformação (Rodrigues & Saheb, 2019).

A necessidade de repensar o papel da formação continuada passa pelo reconhecimento de que ela não pode ser apenas uma atividade burocrática ou pontual, mas sim um processo contínuo (Sepulcri & Tristão, 2017). Deve ser concebida então, como um espaço de reflexão crítica que permita aos professores reelaborarem suas práticas pedagógicas diante das novas demandas educacionais (Junges *et al.*, 2018). Segundo as autoras Rodrigues e Saheb (2019), a formação continuada deve ser também um processo dinâmico de construção e socialização do conhecimento, promovendo a articulação entre teoria e prática para potencializar a ação docente.

Uma formação continuada no contexto ambiental atual deve, portanto, oferecer aos professores não apenas informações técnicas sobre o tema, mas

também um olhar crítico sobre as desigualdades socioambientais e os desafios estruturais que a crise impõe (Martins & Schnetzler, 2018). A crise climática, que já impacta a vida cotidiana e tende a se agravar, precisa ser compreendida pelos educadores como um fenômeno multidimensional, envolvendo aspectos científicos, ambientais, sociais, políticos e econômicos. Dessa forma, professores que possuem acesso a todas as dimensões da crise ambiental, tornam-se possíveis multiplicadores da conscientização ecológica dentro da escola.

Além disso, a formação continuada permite que os docentes desenvolvam autonomia e segurança para tratar das mudanças climáticas, mesmo sem diretrizes específicas na BNCC. Com acesso a materiais bem estruturados, os professores podem superar lacunas curriculares e promover discussões significativas com os alunos, fomentando debates, incentivando a ação cidadã, a reflexão crítica e a mobilização social (Saheb, 2013).

4.4.3 O papel da formação continuada para a Educação Ambiental

A formação continuada de professores deve possibilitar a superação da visão instrumental da EA, promovendo uma abordagem integradora e problematizadora dos desafios socioambientais contemporâneos (Rodrigues; Saheb, 2019).

Segundo Loureiro (2012), a formação continuada para a EA precisa ser pautada em um processo de transformação social, baseado no diálogo, na cidadania e na compreensão da complexidade ambiental. Isso significa que a capacitação docente deve oferecer ferramentas para que os professores não apenas compreendam a crise ecológica, mas promovam o pensamento crítico e a reflexão dentro da sala de aula, sobre o papel que cada um desempenha sob o meio ambiente.

A formação continuada é fundamental para fortalecer a educação ambiental e preparar professores para as problemáticas contemporâneas. Investir em modelos inovadores e em políticas de apoio é essencial para garantir um ensino crítico e eficaz sobre mudanças climáticas.

Dessa forma, a formação continuada na EA deve ser concebida como um processo contínuo e reflexivo, no qual os professores são protagonistas da construção do conhecimento e agentes ativos na promoção de uma educação

transformadora. Para tanto, é fundamental que as políticas educacionais e os programas de capacitação considerem a realidade dos docentes e promovam espaços de troca e aprendizado coletivo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Base Nacional Curricular Comum e o Currículo Paulista

Ao buscar pelo termo “mudanças climáticas” na BNCC, surgem breves e superficiais menções, na introdução da área de Ciência da Natureza e suas Tecnologias (fig. 2 e 3) e na Competência Específica 2 (fig. 4) que tem por tema central “Vida, da Terra e do Cosmos”. Porém não há desenvolvimento da temática climática nas habilidades correspondentes a Competência, deixando então esse tema tão atual e necessário, como a própria BNCC aponta na introdução, sem aprofundamento, dispersa e desconexa, o que reforça a necessidade de materiais de apoio específicos para os professores.

Figuras 2 e 3 – Área de ciências da natureza e suas tecnologias na BNCC

5.3. A ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

Nas sociedades contemporâneas, muitos são os exemplos da presença da Ciência e da Tecnologia, e de sua influência no modo como vivemos, pensamos e agimos: do transporte aos eletrodomésticos; da telefonia celular à internet; dos sensores óticos aos equipamentos médicos; da biotecnologia aos programas de conservação ambiental; dos modelos submicroscópicos aos cosmológicos; do movimento das estrelas e galáxias às propriedades e transformações dos materiais. Além disso, questões globais e locais com as quais a Ciência e a Tecnologia estão envolvidas – como desmatamento, **mudanças climáticas**, energia nuclear e uso de transgênicos na agricultura – já passaram a incorporar as preocupações de muitos brasileiros. Nesse contexto, a Ciência e a Tecnologia tendem a ser encaradas não somente como ferramentas capazes de solucionar problemas, tanto os dos indivíduos como os da sociedade, mas também como uma abertura para novas visões de mundo.

5.3.1. Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio: competências específicas e habilidades.

5. A ETAPA DO ENSINO MÉDIO

5. A ETAPA DO ENSINO MÉDIO

Em **Vida, Terra e Cosmos**, resultado da articulação das unidades temáticas Vida e Evolução e Terra e Universo desenvolvidas no Ensino Fundamental, propõe-se que os estudantes analisem a complexidade dos processos relativos à origem e evolução da Vida (em particular dos seres humanos), do planeta, das estrelas e do Cosmos, bem como a dinâmica das suas interações, e a diversidade dos seres vivos e sua relação com o ambiente. Isso implica, por exemplo, considerar modelos mais abrangentes ao explorar algumas aplicações das reações nucleares, a fim de explicar processos estelares, datações geológicas e a formação da matéria e da vida, ou ainda relacionar os ciclos biogeoquímicos ao metabolismo dos seres vivos, ao efeito estufa e às **mudanças climáticas**.

A **contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia** é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais. Na BNCC, portanto, propõe-se também discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Fonte: Base Nacional Curricular Comum

Figuras 4 – Competência Específica 2: “Vida, da Terra e do Cosmos” na BNCC

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

Ao reconhecerem que os processos de transformação e evolução permeiam a natureza e ocorrem das moléculas às estrelas em diferentes escalas de tempo, os estudantes têm a oportunidade de elaborar reflexões que situem a humanidade e o planeta Terra na história do Universo, bem como inteirar-se da evolução histórica dos conceitos e das diferentes interpretações e controvérsias envolvidas nessa construção.

Da mesma forma, entender a vida em sua diversidade de formas e níveis de organização permite aos estudantes atribuir importância à natureza e a seus recursos, considerando a imprevisibilidade de fenômenos, as consequências da ação antrópica e os limites das explicações e do próprio conhecimento científico.

Se por um lado é fundamental avaliar os limites da ciência, por outro é igualmente importante conhecer seu imenso potencial. Ao realizar previsões (relativas ao movimento da Terra no espaço, à herança genética ao longo das gerações, ao lançamento ou movimento de um satélite, à queda de um corpo no nosso planeta ou mesmo à avaliação das **mudanças climáticas** a médio e longo prazos, entre outras), a ideia de se conhecer um pouco do futuro próximo ou distante pode fornecer alguns elementos para pensar e repensar sobre o alcance dos conhecimentos científicos. Sempre que possível, os estudantes podem construir representações ou protótipos, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros), que possibilitem fazer projeções e avaliar impactos futuros considerando contextos atuais.

Fonte: Base Nacional Curricular Comum

O mesmo ocorre no Currículo Paulista, no qual as mudanças climáticas são brevemente pontuadas, porém com um passo a mais que a BNCC, uma vez que no Currículo a temática aparece diretamente nos objetivos de conhecimento, deixando ao menos uma orientação para o professor sobre quando trabalhar o assunto. A primeira menção às mudanças climáticas é na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, na categoria “Matéria e Energia”, no conteúdo de Biologia, porém não há aprofundamento teórico conceitual, focando mais no aspecto biológico do efeito estufa e do aquecimento global (fig. 5).

Figura 5 – Habilidade (EM13CNT102) da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Currículo Paulista

(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.	MATÉRIA E ENERGIA	Biologia Efeito estufa (manutenção da vida e consequências da intensificação). <u>Mudanças climáticas</u> (aquecimento global). Física Termometria (temperatura; escalas termométricas). Dilatação térmica. Calorimetria (propagação do calor; quantidade de calor; calor sensível; calor latente; capacidade térmica; calor específico; trocas de calor; mudança de estado de agregação; curva de aquecimento). Processos de transmissão de calor (condução, convecção e irradiação térmica). Condutibilidade térmica. Termodinâmica (energia cinética dos gases; máquinas térmicas; rendimento; ciclo de Carnot; entropia). Aquecimento global e efeito estufa. Química Termoquímica (entalpia das reações químicas, composição, variáveis que influenciam, cálculo e balanço energético, variação de energia). Efeito estufa e aquecimento global.
--	---------------------------------	---

Fonte: Currículo Paulista, 2020

Já a segunda menção aparece na área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, na categoria “Indivíduo, Natureza, Sociedade, Cultura e Ética”, no conteúdo de Geografia. Neste, ao ler as habilidades e as competências, é possível identificar uma melhor contextualização socioambiental da temática, a relacionando as geopolíticas, desenvolvimento sustentável e ao histórico dos impactos ambientais causados pelo ser humano (fig. 6).

Figura 6 - Habilidade ((EM13CHS304) da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas do Currículo Paulista

3. Analisar e avaliar criticamente as relações de diferentes grupos, povos e	(EM13CHS304) Analisar os impactos socioambientais decorrentes de práticas de instituições	INDIVÍDUO, NATUREZA, SOCIEDADE,	Filosofia As políticas públicas para o meio ambiente e os impactos de anúncios e publicidade de estímulo ao consumo. A bioética e sua função descritiva, normativa e protetora.
sociedades com a natureza (produção, distribuição e consumo) e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de alternativas que respeitem e promovam a consciência, a ética socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global.	governamentais, de empresas e de indivíduos, discutindo as origens dessas práticas, selecionando, incorporando e promovendo aquelas que favoreçam a consciência e a ética socioambiental e o consumo responsável.	CULTURA E ÉTICA	Os discursos éticos e políticos na identificação de posições não enunciadas. Geografia Riscos e desastres: vulnerabilidade e insegurança ambiental. <u>Mudanças climáticas</u>: as estratégias e instrumentos internacionais de promoção das políticas ambientais. História Instituições, Estados, indivíduos e o desenvolvimento sustentável: infraestrutura, governança ambiental no Brasil e em diferentes países do mundo. Sociologia Papel dos indivíduos, das instituições, dos Estados e dos órgãos multilaterais no enfrentamento das questões socioambientais: políticas públicas, cidadania responsável, consumo responsável, impactos socioeconômicos e produção sustentável.

Fonte: Currículo Paulista, 2020

Vale ressaltar que ambas as habilidades que apresentaram a temática não são específicas para uma série do ensino médio, podendo ser trabalhadas em qualquer etapa, o que acaba por levar a um menor aproveitamento, ao não explorar o potencial da discussão sobre meio ambiente conforme o aluno vai acumulando e aprofundando os aprendizados socioambientais ao longo das séries.

5.2 Análise quantitativa das publicações encontradas

A análise quantitativa documental foi utilizada a fim de examinar a produção acadêmica sobre Formação Continuada e Mudanças Climáticas, permitindo mapear a quantidade de estudos existentes e identificar padrões e tendências dentro do campo de pesquisa.

A partir deste método cria-se uma visão ampla da literatura acadêmica sobre o assunto nos últimos 4 anos, além de fornecer os dados que comprovam o problema apresentado pela pesquisa. Ao quantificar as publicações encontradas, ficou evidente as lacunas na formação continuada de professores sobre Mudanças Climáticas, justificando a necessidade de materiais didáticos e políticas que fortaleçam essa temática nos cursos de formação inicial e continuada dos docentes.

Foram selecionados através da leitura e análise do título, resumo e palavras-chaves —“mudanças climáticas e educação ambiental”, “mudanças climáticas e formação continuada” e “mudanças climáticas, formação continuada e educação ambiental”—, 114 produções (lista no Apêndice B) que realmente discutiam os assuntos de forma convergente (Tabela 1).

Para facilitar as análises quantitativas, as publicações extraídas da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Biblioteca Científica Online (SciELO) e Portal de Periódicos da CAPES, foram organizadas nas categorias:

- Mudanças Climáticas (MC) e Educação Ambiental (EA);
- Mudanças Climáticas (MC) e Formação Continuada (FC);
- Mudanças Climáticas (MC), Educação Ambiental (EA) e Formação Continuada (FC).

Tabela 1 – Produções encontradas em cada uma das plataformas de pesquisa, organizadas de acordo com as categorias definidas.

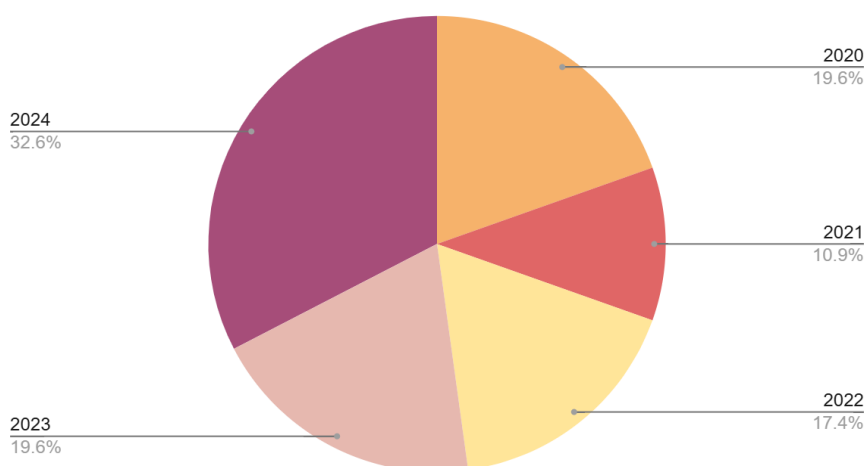
Plataforma	MC e FC	MC e EA	MC, EA e FC
SciELO		7	
BDTD	2	34	10
Periódicos	1	60	1

Fonte: Elaborado pela autora, 2025

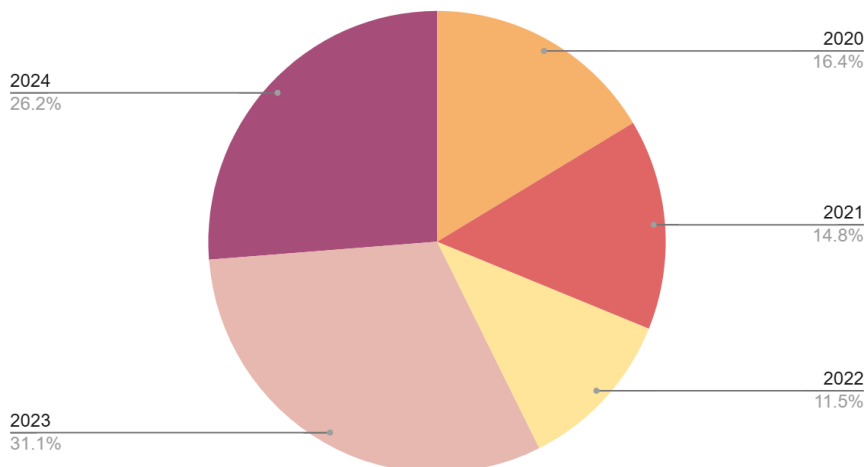
Destas a distribuição temporal de publicação foi:

Figuras 7, 8 e 9 – Gráficos elaborados a partir da data de publicação dos resultados obtidos pelas buscas nas plataformas utilizadas no trabalho.

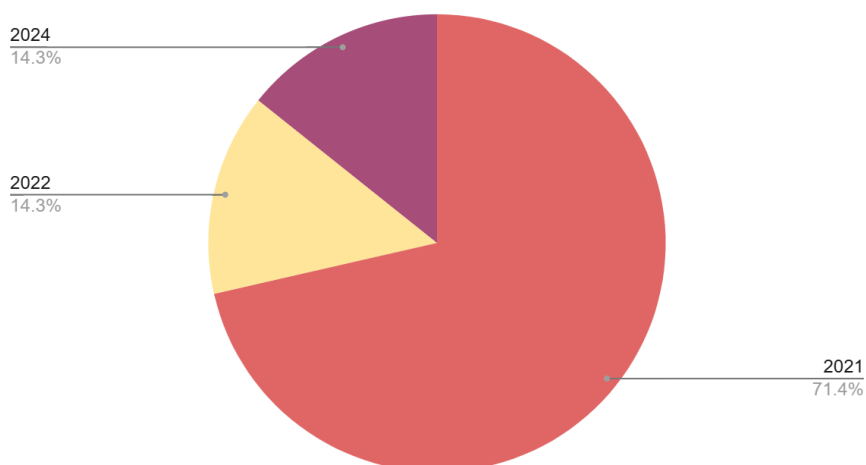
BDTD



Periódicos



SciELO



Fonte: Elaborado pela autora, 2025

A concentração de publicações na SciELO em 2021 (71,4%) pode estar diretamente relacionada a uma série de eventos extremos que marcaram 2020 e 2021, desde ondas de calor sem precedentes e inundações, a uma pandemia global. Além disso, no Brasil também se vivia uma crise de políticas socioambientais, a gestão ambiental do governo do então presidente Jair Bolsonaro, especialmente em 2021, foi marcada por afrouxamento da fiscalização, aumento do desmatamento e políticas que favoreceram a degradação ambiental¹³. O então ministro do Meio

¹³ Desmonte da fiscalização marca gestão Bolsonaro no meio ambiente. ClimaInfo, Brasil, 2022. Disponível em: <https://climainfo.org.br/2022/09/13/desmonte-da-fiscalizacao-marca-gestao-bolsonaro-no-meio-ambiente/> Acesso em: mar. 2025

Ambiente, Ricardo Salles, protagonizou um dos momentos mais emblemáticos desse período ao declarar a necessidade de "passar a boiada"¹⁴, fazendo referência à oportunidade para a flexibilização de regras ambientais durante a pandemia.

Essas políticas contribuíram para o aumento do desmatamento e das queimadas, afetando ecossistemas inteiros. O Pantanal, por exemplo, sofreu incêndios devastadores, perdendo 28% do bioma, intensificados pelo uso do fogo como ferramenta de manejo e expansão agropecuária, pela redução das operações de fiscalização e pela seca severa resultante das alterações climáticas (WWF, 20)¹⁵.

Esses fatores podem ter impulsionado a produção acadêmica sobre mudanças climáticas e educação ambiental naquele período, resultando em um crescimento das publicações na SciELO.

Na BDTD e no Portal de Periódicos CAPES, observa-se um crescimento gradual na produção acadêmica, com destaque para 2020, 2023 e 2024, que apresentaram uma maior quantidade de estudos sobre mudanças climáticas e educação ambiental. Na BDTD, 32,6% das publicações ocorreram em 2024, enquanto na CAPES, 31,1% foram publicadas em 2023, refletindo um interesse crescente no tema dentro da comunidade acadêmica.

Esse aumento pode estar ligado aos mesmos pontos comentados acima, como também pode ter sido incentivado pela intensificação dos impactos climáticos e desastres – cada vez mais recorrentes por todo o globo nos últimos anos –, às políticas educacionais que atualizaram a temática ambiental nos currículos e o avanço da agenda climática global, com a aproximação dos prazos internacionais estabelecidos para lidar com a crise climática, como o acordo de Paris e a Agenda 2030.

Em geral, é possível identificar que nas três plataformas houve um crescimento das publicações, demonstrando um fortalecimento da preocupação acadêmica e social com as mudanças climáticas. Consolidando a educação ambiental como uma ferramenta essencial para a conscientização e a ação

¹⁴ Ministro do Meio Ambiente sugere 'passar boiada' enquanto o foco é coronavírus. CNN, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/politica/ministro-do-meio-ambiente-sugere-passar-boiada-enquanto-o-foco-e-coronavirus/> Acesso em: mar. 2025

¹⁵ Retrospectiva 2020: Pantanal teve recordes históricos de queimadas. WWF, Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?77589/Retrospectiva-2020-Pantanal-teve-recordes-historicos-de-queimadas> Acesso em: mar. 2025

climática. Esse aumento, pode representar uma reação da comunidade acadêmica às crises socioambientais, impulsionando a necessidade de pesquisas que analisem os impactos e que ofereçam soluções. Sugere também que a crise ambiental é uma temática em alta nas produções, deixando de ser vista como um problema distante e sim uma questão urgente que exige respostas e estratégias eficazes.

Esse cenário reforça a necessidade da ampliação de formações continuadas para os professores que já atuam no ensino básico, e do aprofundamento sobre o assunto durante a formação de novos docentes, além da produção de materiais didáticos escolares que auxiliem os educadores a abordarem a crise climática de forma interdisciplinar e crítica. Assim, a crescente produção acadêmica nesses anos também pode ser vista como esforço para integrar a EA às estratégias de mitigação e adaptação aos impactos das mudanças climáticas.

Também foi possível identificar que mesmo quando a EA não era utilizada como palavra-chave para a busca, as três pesquisas analisadas adotaram essa abordagem como eixo central para desenvolver as discussões. Trazendo a educação ambiental como ferramenta pedagógica tanto para a formação continuada em educação climática quanto para o ensino escolar sobre a temática. Isso demonstra que a Educação Ambiental, em especial a de viés crítico, vem sendo amplamente reconhecida como abordagem pedagógica para a transmissão e compreensão de todas as dimensões da crise ambiental.

5.3 Guia didático para formação continuada de professores em Mudanças Climáticas

Os resultados da pesquisa, expostos no item anterior, reforçam a necessidade de uma formação continuada para professores a respeito da crise climática, que introduza o assunto por meio de uma Educação Ambiental Crítica e transdisciplinar nas escolas ou em ambientes informais. Visto que este tema, muitas vezes, é trabalhado escassamente durante a formação docente. A proposta, portanto, é preencher uma pequena parte dessa lacuna, oferecendo um material básico, mas com linguagem facilitada que auxilie os educadores a compreender, adaptar e aplicar esses temas em diferentes contextos e disciplinas.

A justificativa central do guia está na importância de ampliar a discussão sobre a crise ambiental no contexto escolar, instrumentalizando os professores com conhecimento e recursos para formar estudantes conscientes, independentemente dos currículos escolares, estarem ou não plenamente atualizados nessa temática.

Neste será tomada a Educação Ambiental Crítica (EAC) como abordagem a ser seguida. Pois como discutido neste trabalho a EAC é uma abordagem indissociável do trabalho de conscientização, sendo um processo de formação ininterrupto, que exige participação e responsabilização social acerca da emergência ambiental, e que articula teoria e prática.

A EAC possibilita a tradução do conhecimento científico em práticas pedagógicas voltadas para a ação cidadã e transformação social, como analisado nos artigos encontrados pela pesquisa. Os resultados também corroboram com a instrumentalização da EAC como medida de mitigação e adaptação às Mudanças Climáticas.

5.3.1 Especificidades do guia

O Guia Didático será um material pedagógico em formato digital (PDF), voltado para professores do Ensino Médio, com foco na educação climática e abordagem ambiental crítica.

O conteúdo do guia teve como base e fonte principal de dados, e inspiração para parte dos capítulos, o livro O Livro do Clima (The Climate Book), organizado por Greta Thunberg, através de uma linguagem acessível e colaborativa de renomados especialistas em cada área de conhecimento relacionado à crise climática.

As características principais do guia são:

- Acessível e gratuito: pensado para livre distribuição e uso para formações individuais remotas.
- Estruturado em sessões temáticas: com introdução teórica, sugestões de atividades, recursos didáticos e links complementares.
- Interdisciplinar: promovendo conexões e possibilidades entre as diferentes matérias curriculares.
- Contextualizado: alinhado aos documentos curriculares nacionais e estaduais.

A divisão do guia se dá da seguinte forma:

Quadro 3 – Estrutura completa do Guia Didático proposto

Capítulo	Título	Objetivo principal
1	Apresentação	Introdução da proposta, origem e contexto do guia como produto de um TCC.
2	Por que um guia de formação continuada?	Justificação da escolha de um guia e a importância da educação climática no Ensino Médio.
3	Compreender o que determina clima é o primeiro passo	Apresentação da base conceitual do sistema climático e a urgência do tema.
3.1	O que é o clima?	Definição técnico-científica do clima segundo o IPCC.
3.2	Efeito Estufa	Explicação do funcionamento do efeito estufa.
3.2.1	Gases de efeito estufa (GEEs)	Detalhamento dos principais gases de intensificação do aquecimento global.
3.3	O ciclo do carbono e o equilíbrio do sistema terrestre	Explicação sobre como o ciclo do carbono funciona e como está sendo afetado pelas atividades humanas.
3.4	Então o dióxido de carbono a mais está vindo de onde?	Apontamentos sobre as fontes antrópicas das emissões de CO ₂ .
4	A influência do ser humano	Discussão do impacto histórico e contemporâneo da humanidade no planeta.
4.1	Estamos provocando a sexta extinção em massa?	Relação da crise climática com a perda de biodiversidade e extinção.
4.2	Como começamos a falar de mudanças climáticas?	Apresentação da evolução histórica do conhecimento sobre a crise do clima.
5	Justiça Climática	Explicação sobre como a crise

		climática aprofunda desigualdades sociais.
6	Como o planeta está mudando?	Introdução para os principais efeitos físicos e sociais das mudanças climáticas.
6.1	A intensificação do calor e dos eventos extremos	Relato sobre como o aquecimento global afeta o clima.
6.2	Nuvens e aerossóis	Discussão da influência das nuvens e aerossóis no balanço térmico da Terra.
6.3	Derretimento das camadas de gelo	Relato dos impactos do derretimento do gelo polar e o efeito no clima.
6.4	O solo congelado (permafrost)	Discussão dos riscos associados ao degelo do permafrost.
6.5	Os oceanos	Análise dos impactos do aquecimento oceânico, impactos químicos, a perda de biodiversidade e possíveis consequências do aumento do nível do mar.
6.6	Incêndios florestais e feedbacks do fogo	Relato das causas e riscos de incêndios florestais e a retroalimentação deles.
6.7	A Amazônia e as florestas	Discussão sobre o papel das florestas como sumidouros de carbono e seus riscos na contemporaneidade.
6.8	Biodiversidade terrestre e adaptação das espécies	Relato dos efeitos da crise climática na biodiversidade de fauna e flora global.
6.9	Agricultura e segurança alimentar	Discussão dos impactos sobre os polinizadores, a produção de alimentos e os riscos futuros.
6.10	Água	Análise da crise hídrica, os eventos extremos hidrológicos e as possíveis consequências da crise climática.

6.11	Solos e armazenamento de carbono	Discussão de como os solos atuam no ciclo do carbono e os riscos de perda da capacidade de sequestro.
6.12	O mundo aquecido	Explicação das projeções de cenários climáticos futuros com base nos graus de aquecimento.
7	Soluções para se evitar o apocalipse climático	Apresentação de ações individuais, coletivas e institucionais para mitigar/adaptar-se à crise climática.
8	Estratégias educacionais	Introdução para as metodologias pedagógicas e críticas pensadas para o tema climático.
8.1	Integração ao Projeto Político-Pedagógico e no currículo escolar	Orientação sobre a necessidade de institucionalização da educação climática.
8.2	Propostas de atividades práticas para a Educação Climática na escola	Sugestões de projetos e atividades interdisciplinares para aplicação na escola.
9	Recursos para apoio na formação em Educação Climática e na aplicação em sala de aula	Introdução de um apanhado de ferramentas, plataformas e materiais de apoio ao professor.
9.1	Movimentos sociais e ambientais	Compartilhar diferentes movimentos para acompanhar e se inspirar.
9.2	Instituições e organizações	Sugestões de instituições e organizações que trabalham com a temática, seja na produção de conteúdo ou na divulgação.
9.3	Filmes e documentários	Recomendações de filmes e documentários referentes à temática.
9.4	Livros e HQs	Sugestões de leituras para entender mais sobre o assunto ou para utilizar em sala de aula.

9.5	Redes sociais e perfis inspiradores	Recomendações de redes sociais de pessoas ou organizações que abordam, e agem contra, as mudanças climáticas.
9.6	Cursos e formações	Sugestões de cursos e formações online para se aprofundar nas dimensões das mudanças climáticas.
9.7	Outros materiais, recursos e plataformas de apoio	Recomendações de mais alguns materiais e recursos para abordar a emergência climática em sala de aula.
10	Conclusão e Recomendações	Conclusão do conteúdo e reforçar o papel da educação na luta climática.

Fonte: Elaborado pela autora, 2025

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação ambiental certamente é um caminho importante a ser trilhado, na medida em que ensina, conscientiza, e potencializa a mudança de hábitos. Ao longo da pesquisa foi possível observar que a EA apesar de muito difundida no meio acadêmico ainda enfrenta desafios em sua implementação, especialmente em relação à formação docente. É fundamental que repensemos as práticas atuais, buscando soluções que integrem a teoria à prática de forma mais efetiva.

Apesar de a PNEA ter sido um marco importante, sua implementação ainda carece de uma abordagem mais inclusiva, que considere as diferentes realidades locais em nosso país continental. Em suma, embora o Brasil disponha de um conjunto abrangente de diretrizes e legislações que sustentam a formação continuada de professores, a superação dos desafios estruturais e políticos é imprescindível para que essas normas se transformem em práticas efetivas e contribuam para a excelência educacional.

O guia proposto neste trabalho assume certo papel nesse processo, ao disponibilizar um conteúdo atual e estruturado, facilitando o acesso ao conhecimento sobre mudanças climáticas e ampliando o repertório teórico dos professores. Visto que o acesso à informação de qualidade é um elemento essencial para a construção do pensamento crítico e reflexivo sobre a crise ambiental e suas consequências. Nesse sentido, a formação continuada, aliada a materiais estruturados, democratiza o conhecimento e reduz as dificuldades que podem surgir ao se trabalhar a temática em sala de aula.

Vale ressaltar que uma formação continuada de qualidade deve proporcionar teoria e prática, por tanto o guia aqui proposto serve apenas como material de apoio, não substitui a necessidade de formações institucionais a respeito da crise climática, as quais devem ser oferecidas tanto na graduação quanto no local de trabalho do educador. Conforme visto, a formação continuada é um direito do docente e deve ser fornecida por parte das instituições públicas de educação dos municípios, dos estados e do País.

Assim, a formação continuada, quando aliada a materiais de qualidade e atuais, fortalece a prática docente, e pode ajudar a promover uma Educação

Ambiental Crítica e transformadora, essencial para preparar as novas gerações para enfrentar os desafios contemporâneos.

Diante dos desafios apresentados, é urgente repensar não apenas as políticas públicas, mas também o papel de cada indivíduo na construção de uma educação climática verdadeiramente conscientizadora. Afinal, a crise ambiental afetará a todos, e o enfrentamento a ela exigirá engajamento e trabalho coletivo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. A. O estado da arte na pesquisa em ensino de climatologia com ênfase no tema mudanças climáticas: análise de artigos científicos no período de 2000 a 2017. 2020. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1129338>. Acesso em: dez. 2024.

ARTAXO, P. Uma nova Era geológica em nosso planeta: o Antropoceno? Revista USP, São Paulo, n. 103, p. 13-24, 2014. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/99279/97695>. Acesso em: out. 2024.

AZEVEDO MARTINS, J. P. de; SCHNETZLER, R. P. Formação continuada em educação ambiental crítica e interdisciplinaridade pela investigação-ação em parceria colaborativa. In: Ciências em ação: perspectivas distintas para o ensino e aprendizagem de ciências. Editora Científica Digital, 2021. p. 271-288.

BARCELLOS, C. de C. *et al.* Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/255785683>. Acesso em: dez. 2024.

BARCELOS, E. Á. da S. Antropoceno ou Capitaloceno: da simples disputa semântica à interpretação histórica da crise ecológica global. Revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica, v. 31, n. 1, p. 1-17, 2019. Disponível em: <https://redibec.org/ojs/index.php/revibec/article/view/356/222>. Acesso em: out. 2024.

BRANNEN, P. A história profunda do dióxido de carbono. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras. Edição do Kindle, 2022.

BRASIL. Constituição. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1996.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 28 abr. 1999.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: Ministério da Educação, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/bncc>. Acesso em: fev. 2025

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Uma escola cidadã para as juventudes brasileiras: contextualização, interdisciplinaridade, aprendizagem colaborativa e autoria/protagonismo juvenil. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária 2020-2030: plano operacional. Brasília: MAPA/DEPROS, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/planoabc-abcmais/publicacoes>. Acesso em: fev. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução CNE/CP nº 1, de 27 de outubro de 2020. Institui a Base Nacional Comum para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica (BNC-Formação Continuada).

BRASIL. Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA). Lei nº 6.230/2023. Brasília, DF: Presidência da República, 2024.

CARVALHO, I. C. de M. Em direção ao mundo da vida: interdisciplinaridade e educação ambiental. Ipê, 1998. Disponível em: https://www.pick-upau.org.br/mundo/educacao_ambiental/Educa%E7%E3o%20Ambienta%20-%20Interdisciplinaridade....pdf. Acesso em: dez. 2024.

CARVALHO, I. C. de M. Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico. São Paulo: Editora Cortez, 2012.

COSENZA, A., *et al.* Relações entre justiça ambiental, ensino de ciências e cidadania em construções discursivas docentes. Revista Brasileira de Pesquisa em

Educação em Ciências, v. 14, n. 2, p. 89-98, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4352>. Acesso em: fev. 2025

COLACIOS, R. D. Um clima de incertezas: as controvérsias científicas sobre mudanças climáticas nas revistas Science e Nature (1970-2005). 2017. Tese (Doutorado em História Social) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8138/tde-03112014-112350/publico/2014_RogerDomenechColacios_VCorr.pdf. Acesso em: dez. 2024

DE ALBUQUERQUE, B. P. As relações entre o homem e a natureza e a crise sócio-ambiental. Rio de Janeiro: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, FIOCRUZ, 2007. Disponível em: <https://www.epsjv.fiocruz.br/upload/monografia/13.pdf>. Acesso em: dez. 2024.

DE FARIA, D. R., *et al.* O Currículo Paulista como instrumento e recurso para o planejamento docente na educação em mudanças climáticas. Revista Brasileira de Climatologia, v. 33, p. 29-49, 2023. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/16808/9538>. Acesso em: fev. 2025

DEMIZU, F. S. B. A educação ambiental nos currículos: dificuldades e desafios. 2013. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/22870?mode=full> Acesso em: fev. 2025

DIAS, G. F. Educação Ambiental: princípios e práticas. 8. ed. São Paulo: Gaia, 1991.

EFFTING, T. R. Educação ambiental nas escolas públicas: realidade e desafios. 2007. Pós-graduação em Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável – Universidade Estadual do Oeste, Centro de Ciências Agrárias. Disponível em: <http://ambiental.adv.br/ufvjm/ea2012-1monografia2.pdf>. Acesso em: jan. 2025

FARINAZZO FILHO, M. V. As Nações Unidas contra as mudanças climáticas: o insucesso na implementação do desenvolvimento sustentável em um sistema-mundo moderno capitalista. 2023. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/ac2832f4-d824-4da0-a388-55f6aed4662b/content>. Acesso em: jan. 2025

FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1968.

GUENTHER, M.; DE ALMEIDA, M. C. P. A Educação Ambiental no Brasil: marcos legais e implementação curricular. *Pesquisa em Educação Ambiental*, v. 18, n. 1, 2023. Disponível em:

<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/pesquisa/article/view/17629>

Acesso em: fev. 2025

GUIMARÃES, M. A formação de educadores ambientais. 8. ed. Campinas, SP: Papirus, 2014.

HOOKS, B. Ensinando a transgredir: a educação como prática da liberdade. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

IPCC. Climate Change: the IPCC 1990 and 1992 assessments. Genebra: Intergovernmental Panel on Climate Change, 1992. 178 p. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/climate-change-the-ipcc-1990-and-1992-assessments/>.

Acesso em: nov. 2024.

IPCC. Climate Change 2007: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Genebra: IPCC, 2007. 104 p. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/>. Acesso em: fev. 2025.

IPCC. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Genebra: IPCC, 2023. p. 1-34. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>. Acesso em: out. 2024.

KOLBERT, E. A sexta extinção: uma história não natural. 1. ed. São Paulo: Intrínseca, 2015.

LAGO, A. C. Primeira Carta do Presidente da COP30, Embaixador André Corrêa do Lago. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. 2025 Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/primeira-carta-do-presidente-da-cop30-embaixador-andre-correa-do-lago>. Acesso em: março. 2025

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. C. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. *Ambiente & Sociedade*, v. 17, p. 23-40, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/8FP6nynhjdZ4hYdqVFdYRtx/>. Acesso em: jan. 2025

LEITE, J. C. Controvérsias científicas ou negação da ciência? A agnotologia e a ciência do clima. *Revista Sur-Sur*, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ss/a/Jd3Sn8qkN5y3YWYwymPXq5R/?format=html&lang=pt&top=next>. Acesso em: nov. 2024.

LIMA, G. F. C. Educação ambiental crítica: do socioambientalismo às sociedades sustentáveis. *Educação e Pesquisa*, v. 35, n. 1, p. 145-163, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/tSMJ3V4NLmxYZZtmK8zpt9r/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: mar. 2025

LOUREIRO, C. F. B. *Trajetória e fundamentos da educação ambiental*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

LOUREIRO, C. F. B. et al. *Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania*. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

MACHADO, A; TERÁN, A. Educação ambiental: desafios e possibilidades no ensino fundamental e nas escolas públicas. *Revista Educação Ambiental em Ação*, N. 66, Ano XVII, 2019. Disponível em: <https://www.revistaeea.org/artigo.php?idartigo=3522> Acesso em: fev. 2025

MICHIGAMI, R. R. S. Mudanças climáticas e educação ambiental: uma análise da produção acadêmica brasileira. 2022. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/a4c94e98-bd4f-4ebf-8b34-a8150cc8ca37>. Acesso em: dez. 2024.

MORORÓ, L. P. A influência da formação continuada na prática docente. Educação & Formação, v. 2, n. 4, p. 36-51, 2017. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/redufor/article/view/122>. Acesso em: mar. 2025

NARCIZO, K. R. dos S. Uma análise sobre a importância de trabalhar educação ambiental nas escolas. REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. 22, 2009. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/2807/1583>. Acesso em: mar. 2025

OLIVEIRA CARVALHO, L., *et al.* Por um currículo de desataduras: o movimento como potência de saber. Educação Online, Rio de Janeiro, Brasil, v. 15, n. 34, p. 22-38, 2020. Disponível em: <https://educacaoonline.edu.puc-rio.br/index.php/eduonline/article/view/660>. Acesso em: fev. 2025.

OPPENHEIMER, M. A descoberta das mudanças climáticas. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras. Edição do Kindle, 2022.

PENA-VEGA, A. Os sete saberes necessários à educação sobre as mudanças climáticas. São Paulo: Cortez, 2023.

RODRIGUES, D. G.; SAHEB, D. A formação continuada do professor de Educação Infantil em Educação Ambiental. Ciência & Educação (Bauru), v. 25, n. 4, p. 893-909, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/XRYxkfFyTQzqvVcbdZGJqTK/>. Acesso em: mar. 2025

SAHEB, D. Os saberes socioambientais e a formação do educador ambiental sob o foco da complexidade. 2013. 218 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/bitstream/handle/1884/36381/R%20-%20T%20-%20DANIELE%20SAHEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: mar. 2025

SANTOS, A. C. Política Nacional sobre mudança do clima no Brasil: uma avaliação de instrumentos e de efetividade. Espaço Público: Revista de Políticas Públicas, 2021. Disponível em:

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/politicaspUBLICAS/article/view/249458/378>

04. Acesso em: dez. 2024

SILVA, M. L. da; SANTOS, J. A. dos. Educação ambiental no cotidiano da escola pública. Anais VI CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/60026>>. Acesso em: fev. 2025

SAUVÉ, L. Educação Ambiental: possibilidades e limitações. Educação e pesquisa, v. 31, p. 317-322, 2005. Disponível em: <https://www.foar.unesp.br/Home/projetoviverbem/sauve-ea-possibilidades-limitacoes-meio-ambiente---tipos.pdf>. Acesso em: jan. 2025

SEPULCRI, B. N.; TRISTÃO, M. F. Formação continuada, pesquisa e narrativas em educação ambiental. REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. 34, n. 2, p. 190-203, 2017. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/7036/4687>. Acesso em: jan. 2025

STOFFELS, F., CARVALHAES, W. L. Contornos neoliberais no novo Saeb. Jornal De Políticas Educacionais, 16(1). 2022. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/jpe/article/view/84436> Acesso em: fev. 2025

THUNBERG, G. O livro do clima. São Paulo: Companhia das Letras, 2023.

TOZONI-REIS, M. F. de C. Pesquisa-ação em educação ambiental. Pesquisa em Educação Ambiental, v. 3, n. 1, p. 155-169, 2008. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/pesquisa/article/view/6159>. Acesso em: out. 2024.

TOZONI-REIS, M. F. de C. *et al.* Educação e sustentabilidade: relações possíveis. Revista Olhar de Professor, Caderno Temático - Educação Ambiental. 2011. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/olhardeprofessor/article/view/3514>. Acesso em: jan. 2025

TOZONI-REIS, M. F. de C. *et al.* A inserção da educação ambiental na educação básica: que fontes de informação os professores utilizam para sua formação?.

Ciência & Educação (Bauru), v. 19, p. 359-377, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/bhTTC5GbYvy4NR575zzNwkb/>. Acesso em: fev. 2025

UN. Declaração de Estocolmo. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano. Estocolmo, 1972. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/29567/ELGP1StockD.pdf>. Acesso em: fev. 2025

UN. Adoção do Acordo de Paris. Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP21). Paris, França, 2015. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf. Acesso em: fev. 2025

UN. Declaração do Rio de Janeiro. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992>. Acesso em: fev. 2025

UNESCO. Década das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável, 2005-2014: documento final do Plano Internacional de Implementação. – Brasília: UNESCO, 2005.

UNESCO. Mudança Climática em sala de Aula: Curso da UNESCO Para Professores Secundários (Fundamental II e Ensino Médio) Sobre Educação em Mudança Climática e Desenvolvimento Sustentável (EMCDS). 2014. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000229737>. Acesso em: mar. 2025

WWF-BRASIL. As mudanças climáticas: riscos e oportunidades. Brasília, DF: WWF, 2015. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?56611/mudancas-climaticas-riscos-e-oportunidades>. Acesso em: out. 2024.



MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA ESCOLA:

Um guia de formação
continuada
para professores do
Ensino Médio



Instituto de
Biociências
Unesp | Rio Claro



Dep.
Biodiversidade

Curso de Ciências Biológicas

LUANA FAVERO SANTALUCIA

**MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA
ESCOLA: UM GUIA DE
FORMAÇÃO CONTINUADA
PARA PROFESSORES DO
ENSINO MÉDIO**

Orientador: Prof. Dr. Mauro Galetti Rodrigues

Coorientadora: Dra. Michelle Moreira Braz dos
Santos

Rio Claro, 2025



Instituto de
Biociências
Unesp | Rio Claro



SUMÁRIO

Apresentação

Por que um guia de formação continuada?

1. Compreender o que determina o clima é o primeiro passo

1.1 O que é o clima?

1.2 Efeito Estufa

1.2.1 Gases de Efeito Estufa (GEEs)

1.3 O ciclo do carbono e o equilíbrio do sistema terrestre

1.4 Então o dióxido de carbono a mais está vindo da onde?

2. A influência do ser humano

2.1 Estamos provocando a sexta extinção em massa?

2.2 Como começamos a falar de mudanças climáticas?

3. Justiça Climática

4. Como o planeta está mudando?

4.1 A intensificação do calor e dos eventos extremos

4.2 Nuvens e aerossóis

4.3 Derretimento das camadas de gelo

4.4 O solo congelado (permafrost)

4.5 Os oceanos

4.6 Incêndios florestais e feedbacks do fogo



4.7 A Amazônia e as florestas

4.8 Biodiversidade terrestre e adaptação das espécies

4.9 Agricultura e segurança alimentar

4.10 Água

4.11 Solos e armazenamento de carbono

4.12 O mundo aquecido

5. Soluções para se evitar o apocalipse climático

6. Estratégias educacionais

6.1 Integração ao Projeto Político-Pedagógico e ao currículo escolar

6.2 Propostas de atividades práticas para a Educação Climática na escola

7. Recursos para apoio na formação em Educação Climática

7.1 Movimentos sociais e ambientais

7.2 Instituições e organizações

7.3 Filmes e documentários

7.4 Livros e HQs

7.5 Redes sociais e perfis inspiradores

7.6 Cursos e formações

7.7 Outros materiais e plataformas

Conclusão e recomendações



APRESENTAÇÃO

Este guia nasceu a partir de um Trabalho de Conclusão de Curso, que buscou estudar a interconexão entre Educação Ambiental, Mudanças Climáticas e Formação Continuada. Reconhecendo **a educação como estratégia de transformação social e a formação continuada como instrumento essencial para atualizar e construir práticas pedagógicas críticas, alinhadas aos desafios contemporâneos.**

As Mudanças Climáticas representam uma das maiores crises contemporâneas, com impactos profundos em diversos setores de nossa sociedade. Ainda assim, esse tema tão urgente é frequentemente abordado de maneira fragmentada e distante da realidade estudantil. Isso se deve, em grande parte, à sua abordagem insuficiente nos cursos de licenciatura e à ausência de uma organização clara nos currículos escolares. Desta forma falta uma orientação sobre o que e como ensinar neste eixo temático, além de uma dificuldade em encontrar materiais de confiança e com linguagens acessíveis.

Diante disso, este guia didático surge da necessidade por uma Educação Ambiental Crítica em diálogo com a educação climática. Mas sabemos que trabalhar temas complexos como as Mudanças Climáticas exige mais do que apenas informação, exige formação, prática pedagógica e espaço para o diálogo.

Este material foi pensado como uma ferramenta de apoio e inspiração aos educadores. Sabemos que no dia-a-dia escolar o tempo é escasso, os conteúdos são densos, as demandas e burocracias são muitas. Ainda assim, o trabalho docente possui um imenso potencial transformador, e por isso **ensinar sobre Mudanças Climáticas é uma estratégia democrática de mitigação e adaptação.**

Aqui, você encontrará uma breve explicação sobre as características de nosso sistema climático, os impactos das mudanças ambientais globais e a relação indissociável entre sociedade e natureza. Também encontrará sugestões de materiais, práticas e metodologias, para ajudar na construção de caminhos possíveis para inserir o tema de forma crítica e transversal em sala de aula.

Este guia, no entanto, não é uma receita pronta. Uma formação continuada efetiva depende da articulação entre teoria e prática — e aqui ofereceremos uma rápida base teórica como convite à reflexão, ao diálogo e à ação, além de sugestões de materiais e atividades a serem desenvolvidas nas escolas.

POR QUE UM GUIA DE FORMAÇÃO CONTINUADA?

As Mudanças Climáticas são, hoje, mais do que uma questão ambiental, elas representam também um desafio social, ético e educacional. Nesse cenário, a escola pode ser o espaço onde se constrói o conhecimento científico, se exercita o pensamento crítico e se mobiliza o engajamento coletivo. Em específico no **Ensino Médio, que configura um momento-chave para promover o protagonismo juvenil** e conectar o currículo às questões do mundo real.

Nós como sociedade costumamos ter um pouco de dificuldade em reagir a ameaças complexas e distantes. Justamente por isso, é fundamental criar estratégias pedagógicas que contextualizem a crise climática, tornem o tema mais próximo e despertem o senso de pertencimento e responsabilidade nos estudantes. **Não é só sobre entender o que está acontecendo, é perceber também que podemos fazer algo a respeito.**

Este guia propõe, então, um roteiro formativo voltado a professores da rede pública, especialmente os que atuam no Ensino Médio.



Isso porque os estudantes dessa etapa educacional já têm contato com conhecimentos mais aprofundados e podem ser estimulados, por meio de uma Educação Ambiental Crítica, a se tornarem multiplicadores de conhecimento científico em suas comunidades, podendo alcançar diferentes públicos. Promovendo e auxiliando assim no **processo de construção da conscientização ambiental e da responsabilidade civil acerca da crise climática.**

Mas isso nos leva a uma pergunta essencial: **como transmitir as informações necessárias de forma acessível e com impacto real, ultrapassando a bolha científica?**

Aqui tomaremos a Educação Ambiental Crítica (EAC) como o caminho a ser seguido.

A EAC é, por si só, uma ferramenta necessária à conscientização, caracterizada por um processo de formação humana, contínuo e complexo, que exige participação social e que, dentro de suas diversas aplicações, articula teoria e prática. Por isso é imprescindível sua implementação, seja na escola de forma interdisciplinar, na universidade ou em contextos não formais de educação.

A EAC possibilita a tradução do conhecimento científico em práticas pedagógicas voltadas para a ação cidadã e transformação social.

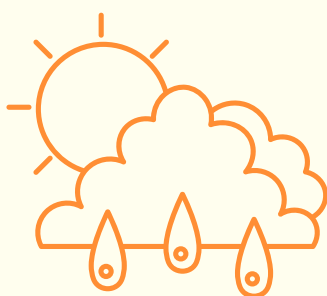
A pesquisa que deu origem a esse guia reforça a necessidade de uma formação continuada para professores a respeito da crise climática, a fim de potencializar a Educação Ambiental nas escolas ou em ambientes informais, visto que esta abordagem e o tema da crise climática, muitas vezes, são trabalhados de forma pontual, durante a formação docente. A proposta, portanto, é preencher — uma pequena parte — dessa lacuna, oferecendo um material com linguagem facilitada que auxilie os educadores a compreender, adaptar e aplicar esses temas em diferentes contextos e disciplinas.

A justificativa central do guia está na importância de ampliar a discussão sobre a crise ambiental no contexto da sociedade, instrumentalizando os professores com conhecimento suficiente para formar estudantes conscientes, independentemente dos currículos escolares, os quais ainda não estão plenamente atualizados nesse sentido.

Este conteúdo teve como base e fonte principal, em tradução e adaptação livre, o livro *O Livro do Clima (The Climate Book)*, de Greta Thunberg, que reúne dados atuais e concisos, através de uma linguagem acessível e colaborativa de renomados cientistas, geofísicos, oceanógrafos, meteorologistas, economistas, historiadores, líderes indígenas, ativistas climáticos, entre outros, sendo todos especialistas e referências em suas áreas de conhecimento.

CAPÍTULO 1

COMPREENDER O QUE DETERMINA CLIMA É O PRIMEIRO PASSO



Nosso planeta está em rápida transformação e para enfrentar os desafios trazidos pelas mudanças climáticas, é indispensável conhecer os fundamentos do sistema climático a fim de assim desenvolver estratégias de resposta que aliem ciência, educação e justiça social.

A falta de contextualização e conhecimento sobre o tema impede que a sociedade reaja com a urgência necessária. Porém para que possamos enfrentar essa crise de forma justa e eficaz, precisamos de pessoas conscientes, informadas e mobilizadas. Entender o clima, seus ciclos e as consequências da ação humana é essencial para transformar esse conhecimento em ação.

O problema é que ainda hoje, boa parte da população desconhece os fundamentos da crise climática e é justamente aí que entra o papel estratégico da escola. Dessa forma, **a implementação da educação climática nas escolas se faz como instrumento necessário para o ponto de partida de iniciativas de mitigação e adaptação às Mudanças Climáticas.**

A FIM DE QUE ATRAVÉS DA EDUCAÇÃO, NÓS POSSAMOS ENCAMINHAR AS FUTURAS GERAÇÕES PARA UMA FORMAÇÃO CRÍTICA DE AÇÃO E REIVINDICAÇÃO DE POLÍTICAS E MUDANÇAS ESTRUTURAIS EM NOSSA SOCIEDADE.

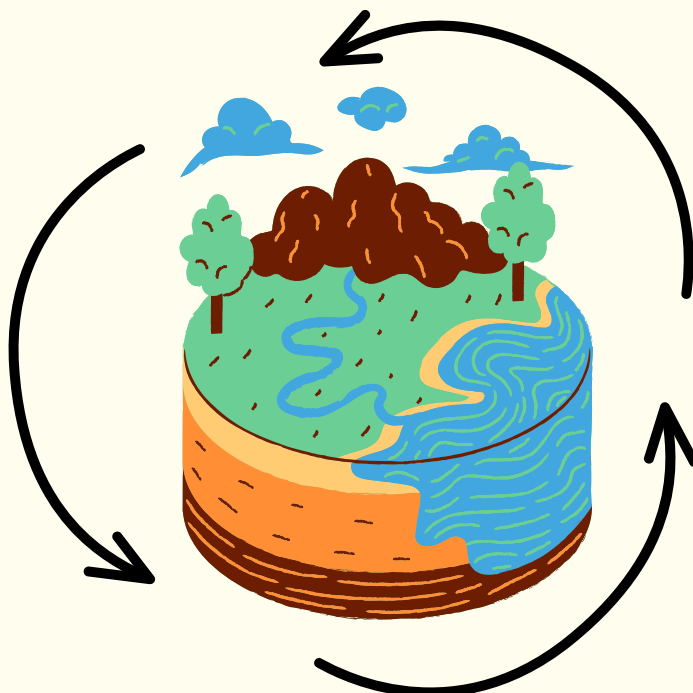
Mas para que isso seja possível, o debate precisa ser ampliado cada vez mais, tanto em espaços de ensino formal quanto em não-formais. Com o intuito de não apenas transmitir o conhecimento para as crianças, jovens e adultos, e sim de quebrar o silêncio climático e provocar discussões sobre as alterações climáticas que já estamos sentindo e as que corremos risco de se tornarem realidade, caso não consigamos limitar o aquecimento a 1,5°C, no máximo 2°C. A partir desse início de discussão, poderemos começar a pensar e planejar transformações locais que possam sensibilizar outras comunidades e aí por diante, **formando uma rede de ações comunitárias capazes de sensibilizar e pressionar os governantes a agir enquanto ainda há tempo.**

O QUE É CLIMA?

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, a definição de clima é:

“O clima em sentido estrito é geralmente definido como média da temperatura e umidade ou, de forma mais rigorosa, como a descrição estatística em termos da média e da variabilidade de quantidades relevantes durante um período de tempo que varia de meses a milhares ou milhões de anos. O período clássico para obter a média dessas variáveis é de 30 anos, tal como definido pela Organização Meteorológica Mundial. As quantidades relevantes são mais frequentemente variáveis de superfície, como temperatura, precipitação e vento. Clima em um sentido mais amplo é o estado, incluindo uma descrição estatística, do sistema climático”¹

Ou seja, o clima seria o estado do sistema climático, que é composto pela atmosfera, hidrosfera, criosfera, litosfera e biosfera. Assim, esses elementos em conjunto determinam o estado e a dinâmica do clima da Terra. Parte dessa dinâmica climática da Terra é o efeito estufa.



¹ IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report, 5 Glossary, pag. 192. 2013

EFEITO ESTUFA

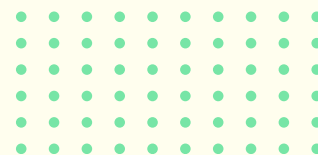
A temperatura de qualquer planeta em nosso universo pode ser atribuída pela sua distância do Sol, seu tamanho e pelos gases que compõem sua atmosfera. A principal causa do aquecimento global é a intensificação do efeito estufa pela emissão excessiva de gases como o dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), provenientes de atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis, o desmatamento e o uso da terra. Embora esses gases existam naturalmente e cumpram funções importantes, seu acúmulo descontrolado intensifica o aquecimento da atmosfera.

Como funciona o efeito estufa:

- A temperatura da Terra é resultado de um equilíbrio entre a energia que vem do Sol para a Terra e a energia que a deixa. Dessa energia solar, cerca de metade é absorvida na superfície, a outra metade é absorvida pela atmosfera ou refletida de volta para o espaço.
- Na superfície parte da energia absorvida é irradiada de volta pela atmosfera e para o espaço sob a forma de calor. A temperatura que sentimos é uma medida dessa energia térmica.
- Na atmosfera, nem toda a radiação térmica emitida pela Terra atinge o espaço exterior. Parte dela é absorvida e refletida de volta para a superfície terrestre pelas moléculas dos gases de efeito estufa e nuvens, o que resulta no chamado efeito estufa, que nos deixa com uma temperatura média global de cerca de 14-15°C.



Gases de Efeito Estufa (GEEs)



O gás de efeito estufa emitido por atividade humana de maior impacto é sem dúvidas o dióxido de carbono, uma vez que ele permanece por períodos que variam de 50 e 200² anos devido a variedade de processos que o absorvem. Estudos indicam que uma parcela significativa do CO₂ emitido é absorvida pelos oceanos em escalas de tempo que variam de décadas a séculos³, e o restante é removido por processos mais lentos, como intemperismo químico e formação de rochas, que podem levar centenas de milhares de anos na atmosfera, tanto pelo seu tempo de vida quanto pelo fato de ele integrar um ciclo contínuo entre a atmosfera e a biosfera.

O CO₂ é responsável por cerca de metade do aquecimento registrado no mundo até agora e vai continuar sendo a maior causa do aquecimento futuro de acordo com o estimado pelos modelos climáticos. Em 2024, as emissões globais de dióxido de carbono atingiram um recorde de 41,6 bilhões de toneladas⁴. Desse total, 37,4 bilhões de toneladas foram provenientes da queima de combustíveis fósseis, representando um aumento de 0,8% em relação a 2023⁵.

Além do dióxido de carbono (CO₂), outros gases também têm grande impacto no aquecimento global. O metano (CH₄), por exemplo, pode ser até 30 vezes mais potente que o CO₂ em um período de 100 anos e é responsável por cerca de um terço do aquecimento global já registrado. Já os outros gases, como o óxido nitroso (N₂O), os halocarbonetos (como os CFCs e HCFCs), compostos orgânicos voláteis, monóxido de carbono e carbono negro, são responsáveis pelo restante do aquecimento⁶. Além desses, há ainda alguns gases industriais e aerossóis que, dependendo do tipo, podem causar tanto resfriamento temporário quanto aquecimento adicional do planeta.

Alguns desses gases são chamados de forçantes climáticas de vida curta — ou seja, têm efeito potente, mas duram pouco na atmosfera. A boa notícia é que reduzir as emissões desses gases, como o metano, tem efeito mais rápido na desaceleração do aquecimento global. Por isso, entender a diversidade desses gases e seus efeitos é essencial para avaliar possíveis caminhos na crise climática.

² [Observatório do Clima: Causas das mudanças do clima.](#)

³ [Nasa Earth Observatory: The slow carbon cycle.](#)

⁴ [Folha de S.Paulo: Emissões de CO2 atingirão recorde em 2024, diz relatório.](#)

⁵ [Instituto Climalnfo: Emissões por combustíveis fósseis batem novo recorde em 2024.](#)

⁶ HAUSFATHER, Z. O metano e outros gases. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras. Edição do Kindle, 2022. 12

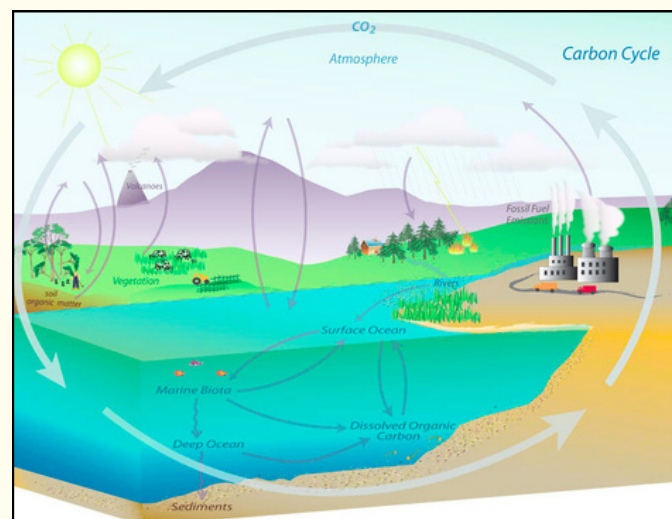
O CICLO DO CARBONO E O EQUILÍBRIO DO SISTEMA TERRESTRE

O dióxido de carbono (CO_2), gás central no aquecimento global, é parte de um ciclo natural. Ao longo de milhões de anos, o planeta manteve estes gás em equilíbrio por meio de mecanismos que regulam naturalmente os níveis de carbono, constantemente retirando-o do sistema, como a erosão de montanhas, a absorção pelos oceanos e pelas florestas, entre outros.

E ao mesmo tempo outros processos liberam CO_2 , como a respiração celular de plantas, animais e microrganismos, que é um exemplo de processo contínuo e natural em que o CO_2 é liberado. Outro fator importante é a decomposição de matéria orgânica e resíduos biológicos, que libera grandes quantidades de dióxido de carbono e metano. As atividades vulcânicas também são fontes relevantes de CO_2 durante erupções e mesmo em períodos de inatividade. Além do próprio ciclo de carbono oceanico, todos esses mecanismos que retiram ou liberam CO_2 mantinham o clima em relativo equilíbrio em acordo com o efeito estufa⁷.

Antes da Revolução Industrial, a concentração de CO_2 na atmosfera permaneceu abaixo de 280 partes por milhão (ppm)⁸, mas a partir do início da industrialização e do aumento da queima de combustíveis fósseis, essa concentração começou a subir ultrapassando 420 ppm em 2024⁹.

Por tanto, as atividades humanas vêm rompendo o ciclo natural. A queima de combustíveis fósseis, o desmatamento e os sistemas de produção massivos, geram um volume de emissões que supera em muito a capacidade de absorção natural do planeta, e isso somado à destruição de sumidouros naturais — oceanos e florestas são os principais sequestradores de carbono — está sobrecarregando o sistema terrestre.



O ciclo do carbono. Fonte: NOAA, 2025.

⁷ NOAA: Carbon Cycle

⁸ EcoDebate: A concentração de CO_2 é a mais alta em milhões de anos.

⁹ NOAA: Trends in Atmospheric Carbon Dioxide (CO_2)

Quando o carbono deixa de ser absorvido e começa a se acumular, adicionando maior quantidade desse gás de efeito estufa, estamos intensificando esse processo, que por sua vez aquece mais o planeta. E aí **o planeta entra em um ciclo de realimentação positiva**, onde o aquecimento provoca mais emissões e aumenta a concentração de vapor d'água atmosférico, o que intensifica ainda mais o efeito estufa, que por sua vez causa mais aquecimento, iniciando um ciclo de autorreforço, que pode vir a dobrar o efeito estufa.

ENTÃO O DIÓXIDO DE CARBONO A MAIS ESTÁ VINDO DA ONDE?

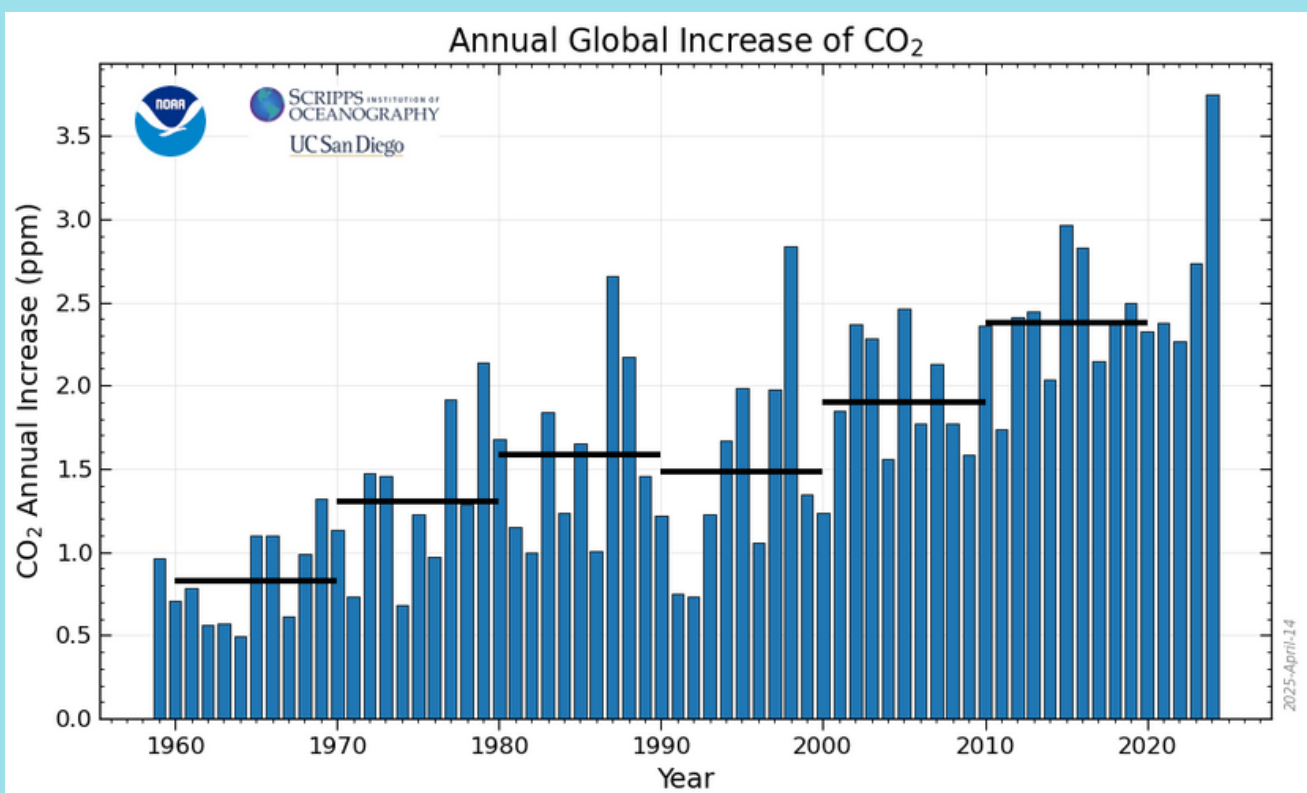
As fontes antrópicas de emissão de CO₂, isto é, aquelas causadas por atividades humanas, são as maiores responsáveis pelo desequilíbrio climático atual. A principal delas é a queima de combustíveis fósseis, a qual foi uma das primeiras fontes do dióxido de carbono acumulado na atmosfera a ser identificada, isso porque **o petróleo, o carvão mineral e o gás natural — usados na geração de energia elétrica, nos transportes, nas indústrias e até no aquecimento doméstico — são formados por matéria vegetal composta de carbono soterrado séculos atrás, que é liberado como CO₂ quando queimado .**

	Ciclo Natural	Ciclo Alterado (Industrialização)
Emissões Naturais	Respiração, decomposição, vulcanismo	Combustíveis fósseis, desmatamento, produção massiva
Absorções	Oceanos, florestas, erosão de montanhas, organismos vegetais	Oceanos e florestas degradados e ameaçados
Concentração de CO ₂	< 280 ppm (antes da Revolução Industrial)	> 420 ppm (2024)
Estado do Sistema	Equilibrado	Desequilíbrio e aquecimento acelerado
Feedbacks	Estáveis	Retroalimentação positiva (mais aquecimento → mais emissão)

Além dos combustíveis, o desmatamento e as alterações no uso da terra, a extração e o transporte dos combustíveis, a agricultura e a pecuária, contribuem diretamente no aumento das emissões de CH_4 e N_2O , gases esses que contribuem ainda mais para o aquecimento, por molécula, que o dióxido de carbono. Os padrões de consumo e produção que foram se desenvolvendo e intensificando, também são fontes de gases de efeito estufa (GEEs) significativas. Os processos industriais, como a produção de cimento, ferro e aço, são fontes de CO_2 ao utilizarem calor de combustão ou transformações químicas que envolvem o uso de calcário.

Todas essas atividades humanas, intensificadas a partir da Revolução Industrial, vêm aumentando a concentração de CO_2 atmosférico em níveis sem precedentes na história recente da Terra.

Taxas médias anuais de crescimento global de dióxido de carbono



Tendências do dióxido de carbono atmosférico (CO_2).

Fonte: NOAA, 2025.

CAPÍTULO 2

A INFLUÊNCIA DO SER HUMANO



A ação humana transformou profundamente os ecossistemas. Desde a extinção da megafauna, passando pela degradação dos solos, da água e do ar, ao desmatamento, até chegar à urbanização massiva e ao consumo desenfreado, a humanidade tornou-se uma força de impacto multidimensional. Nesse cenário, **os seres humanos deixaram de ser apenas parte da natureza e passaram a influenciar uma mudança geológica no planeta, iniciando uma nova era: o Antropoceno.**

A partir do século XX, essa transformação se intensificou. Esse período se caracteriza por um salto na exploração de recursos naturais, perda de biodiversidade e emissão de gases de efeito estufa. Em apenas um século, as emissões de CO₂ aumentaram 50% do que eram antes da Revolução Industrial¹⁰.

Esse salto provocou uma transformação nos ecossistemas e no clima global, e a partir daí o planeta começou a demonstrar sinais claros de sobrecarga ambiental, como o derretimento acelerado de geleiras, a desertificação, a acidificação dos oceanos, a alteração do regime de chuvas, entre outros.

ESTAMOS PROVOCANDO A SEXTA EXTINÇÃO EM MASSA?

Nos últimos 500 milhões de anos, a Terra passou por cinco extinções em massa. Hoje, a ciência alerta para a possibilidade de estarmos vivendo a sexta, causada pela primeira vez por um agente biológico¹¹.

Ao longo da história do nosso planeta, todos os eventos de extinção em massa (com exceção da extinção no Cretáceo) estiveram direta ou indiretamente relacionados às alterações no ciclo do carbono, seja no aumento ou na diminuição da concentração do CO₂¹².

Hoje, estamos novamente diante de uma ameaça à vida no planeta, marcada pelo aumento descontrolado das emissões, seguindo assim para uma nova catástrofe ambiental.

¹⁰ [Climate.gov: Mudanças climáticas: dióxido de carbono atmosférico](https://climate.gov.br/mudancas-climaticas-dióxido-de-carbono-atmosférico)

¹¹ KOLBERT, Elizabeth. A sexta extinção: uma história não natural. 1. ed. São Paulo: Intrínseca, 2015.

¹² BRANNEN, P. A história profunda do dióxido de carbono. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras. Edição do Kindle, 2022.

A destruição de habitats e os impactos das Mudanças Climáticas já levaram ao desaparecimento de algumas espécies. O aumento do nível do mar, o aquecimento dos oceanos e eventos extremos se somam às pressões humanas sobre os sistemas de suporte à vida, dificultando assim a segurança de um possível futuro para o ser humano na Terra.

Já não bastasse os efeitos que as ações humanas estão provocando no planeta, ainda há a questão de que apenas uma pequena parte da população mundial – os mais ricos – é responsável por mais do que o dobro de emissões de metade da população dos mais pobres do planeta.

O problema é global, mas a responsabilidade pela crise climática não está igualmente distribuída. Essa injustiça climática tem raízes profundas no colonialismo, no racismo ambiental e nas desigualdades estruturais. Porém, infelizmente, já chegamos em um ponto em que todos precisarão adotar medidas de adaptação e mitigação.

Vivemos em uma era marcada por paradoxos: nunca estivemos tão conectados, e ao mesmo tempo tão distantes da natureza. Enquanto a comunicação global avança, cresce também o greenwashing ou mentiras verdes¹³ — discursos ambientais vazios que mascaram a falta de mudanças concretas nas práticas socioambientais de governos, organizações e corporações.

Por isso, mesmo com o avanço da ciência e dos alertas, mais da metade das emissões de CO₂ (de origem antropogênica) foram lançadas após a criação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) nos anos 1990¹⁴.

Por tanto, nossas lideranças foram informadas sobre os riscos de uma crise climática, quando ela ainda poderia ser evitada.

Em consequência a isso, parte do atraso na ação climática que vemos hoje, está ligado aos limites de nosso modelo econômico, que prioriza o lucro imediato em detrimento da qualidade de vida a longo prazo. Tornando o desafio que enfrentamos ético e político também. Temos que encarar a urgência dessa crise, pois a Terra está em risco de alcançar seus pontos de inflexão.

Ao acumular mudanças nos sistemas terrestres, acabaremos ultrapassando os limites planetários — em 2023 ultrapassamos seis dos nove limites — e provocando alterações drásticas, que muitas vezes entram em um ciclo de retroalimentação, levando o sistema climático a um estado irreversível. Isso porque à medida que o planeta aquece, novos fatores são ativados, amplificando os efeitos climáticos e dificultando o retorno ao equilíbrio.

Os cientistas alertam que, se ultrapassarmos o limite de 1,5 °C de aquecimento global, os efeitos sobre o planeta serão profundos e, em muitos casos, irreversíveis. Isso pode significar a intensificação da escassez de recursos naturais, a transformação de regiões inteiras em locais inabitáveis e o colapso de ecossistemas vitais — como por exemplo a floresta Amazônica, que corre o risco de sofrer um processo de savanização — comprometendo não apenas a biodiversidade, mas também as condições básicas para a sobrevivência humana.

¹³ [Idec: Mentira verde](#)

¹⁴ THUNBERG, Greta. Não há nada mais sólido do que a ciência. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

AINDA É POSSÍVEL REVERTER PARTE DOS
DANOS E EVITAR OS PIORES DESFECHOS, MAS
O TEMPO É CURTO.

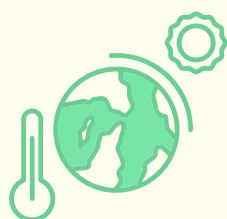
PARA GARANTIR UM FUTURO SAUDÁVEL, É
URGENTE MANTER NOSSAS AÇÕES DENTRO
DOS LIMITES PLANETÁRIOS QUE SUSTENTAM A
VIDA NA TERRA.

COMO COMEÇAMOS A FALAR DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS?¹⁵

Em 1896, o químico sueco Svante Arrhenius publicou um estudo que trazia a previsão de que, **“ao liberar dióxido de carbono na atmosfera por meio da queima de carvão, a humanidade iria aos poucos elevar em vários graus a temperatura do planeta”**¹⁶, porém as alterações climáticas ainda não estavam em alta e muitos menos sendo consideradas um problema global; por isso, esse estudo não gerou tanto alarme, até que, duas décadas depois, o meteorologista Syukuro Manabe desenvolveu simulações modernas do clima e seus resultados sobre o quão quente a Terra se tornaria, no ritmo que as ações antrópicas estavam seguindo, confirmaram a previsão de Arrhenius.

Então, na década de 1970, começaram a surgir discussões acerca da degradação da camada de ozônio, que se firmou no meio científico, quando foi descoberto um buraco na camada acima da Antártica. Nos anos seguintes, começaram a surgir outras teorias e estudos que geraram discussões sobre as mudanças no padrão climático, se seriam de aquecimento ou resfriamento, havendo evidências para ambos, dando início a uma controvérsia científica. Porém, **tanto no caso do aquecimento global, quanto no inverno nuclear**¹⁷, os riscos à humanidade, à fauna e à flora eram claros.

A partir de então, as discussões foram tomando mais força, até que as incertezas sobre o aquecimento global se consolidaram, mundialmente, a partir do Protocolo de Kyoto, em 1997, sendo este o primeiro tratado internacional de controle de emissão de GEEs na atmosfera, chegando assim, a um consenso sobre a urgência da problemática.



¹⁵ Os dados, informações e citações foram retirados do capítulo 1.6: OPPENHEIMER, Michael. A descoberta das mudanças climáticas. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

¹⁶ OPPENHEIMER, M. A descoberta das mudanças climáticas. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022. (pág. 23)

¹⁷ Relatório TTAPS, liderado por Carl Sagan, considerava que no caso de um cenário de ataque nuclear durante a Guerra Fria, uma nuvem de partículas e de poeira cobriria a Terra por aproximadamente dois anos, causando uma queda da temperatura na superfície terrestre de 35° C. (LEITE, 2014)

CAPÍTULO 3

JUSTIÇA CLIMÁTICA



A crise climática não é neutra: ela reflete e aprofunda desigualdades históricas e estruturais, daí surge o conceito de Justiça Climática. Este parte do princípio de que os impactos das Mudanças Climáticas não atingem todas as pessoas da mesma forma. As populações que menos contribuíram para o aquecimento global — como os povos indígenas, quilombolas, ribeirinhos e periféricos — são as que mais sofrem com os seus efeitos. Essa diferença escancara a dívida climática que os países do Norte global — historicamente, e atualmente, os maiores emissores — têm com os países do Sul global¹⁸.

Estudos revelam que os 1% mais ricos do planeta emitem em média 76 toneladas de carbono por ano, enquanto cada pessoa, de 50% da população mais pobre, emite em média 0,7 toneladas por ano¹⁹. Mas essa dívida também existe dentro dos países, onde as populações vulnerabilizadas são empurradas muitas vezes para zonas de risco ambiental, em áreas expostas à poluição tóxica, perigo de deslizamentos ou alagamentos, residindo em locais vulneráveis por apego cultural, imposição econômica e (ou) racismo estrutural.

Assim, a Justiça Climática exige mais do que metas de redução de carbono: exige reparação histórica, redistribuição de recursos, desmonopolização do debate climático e uma transição justa para um modelo de vida que respeite os direitos humanos, os ecossistemas e as múltiplas dimensões da desigualdade — como gênero, raça e classe social.

d) Indicadores regionais (2019) e contabilidade da produção regional versus consumo (2018)

	África	Austrália, Japão, Nova Zelândia	Leste da Ásia	Europa Oriental, Centro-Oeste da Ásia	Europa	América Latina e Caribe	Oriente Médio	América do Norte	Sudeste da Ásia e Pacífico	Sul da Ásia
População (milhões de pessoas, 2019)	1292	157	1471	291	620	646	252	366	674	1836
PIB per capita (US\$1000ppp 2017 por pessoa) ¹	5,0	43	17	20	43	15	20	61	12	6,2
GEE líquido 2019² (base de produção)										
Intensidade das emissões de GEE (tCO ₂ e/ USD1000 _{ppp} 2017)	0,78	0,30	0,62	0,64	0,18	0,61	0,64	0,31	0,65	0,42
GEE per capita (tCO ₂ e por pessoa)	3,9	13	11	13	7,8	9,2	13	19	7,9	2,6
CO₂-FFI, 2018, por pessoa										
Emissões baseadas na produção (tCO ₂ -FFI por pessoa, com base em dados de 2018)	1,2	10	8,4	9,2	6,5	2,8	8,7	16	2,6	1,6
Emissões baseadas no consumo (tCO ₂ -FFI por pessoa, com base em dados de 2018)	0,84	11	6,7	6,2	7,8	2,8	7,6	17	2,5	1,5

¹ PIB per capita em 2019 como base do poder de compra da moeda USD2017
² Inclui CO₂-FFI, CO₂-LULUCF e Outros GEE, excluindo transporte marítimo e aéreo internacional

Os agrupamentos regionais utilizados nesta figura são apenas para fins estatísticos e estão descritos no Anexo II, Parte I do WGIII.

O quadro mostra: população, PIB per capita, indicadores de emissão por região em 2019 para o total de GEE por pessoa, intensidade total de emissões de GEE, emissões de combustíveis fósseis e processos industriais (CO₂-FFI) baseados na produção e no consumo, até 2018. As emissões baseadas no consumo são emissões liberadas para a atmosfera a fim de gerar os bens e serviços consumidos por uma determinada entidade. As emissões de transporte marítimo e aéreo internacional não estão incluídas.

[Mudança do clima 2023 - Relatório Síntese.](#)

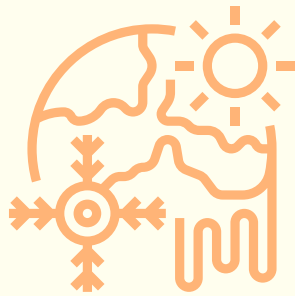
Fonte: IPCC, 2023, pág 63 - 64.

¹⁸ LOUBACK, A. C.; LIMA, L. M. R. T. (org). Quem Precisa de Justiça Climática no Brasil?. Observatório do Clima, 2022.

¹⁹ OXFAM Brasil: 1% da população mais rica esgota seu limite anual de emissões de carbono em apenas 10 dias.

CAPÍTULO 4

COMO O PLANETA ESTA MUDANDO?



Os efeitos da crise climática já estão em curso e moldando o nosso presente, **não se tratando mais de uma ameaça distante: o planeta está se transformado em tempo real.** As mudanças no clima impactam diretamente os modos de vida humanos — afetando a saúde pública, como o aumento da incidência de doenças transmitidas por vetores como mosquitos, e desafiando nossos sistemas urbanos, modelos econômicos e formas de produção e consumo.

As consequências também se manifestam no campo social: eventos extremos, escassez de recursos e elevação do nível do mar já forçam migrações e ampliam tensões em regiões vulneráveis, podendo gerar conflitos. Diante desse cenário, compreender a amplitude desses impactos é essencial.

Este capítulo apresenta os principais efeitos físicos, ecológicos e sociais das mudanças no sistema terrestre. Foi elaborado com base nas evidências mais recentes da ciência climática, apresentadas no O Livro do Clima, por isso cada seção tratará o(s) capítulo(s) utilizado(s) para a sua escrita, para o caso de interesse em aprofundar o conhecimento, uma vez que aqui traremos apenas uma síntese de tudo o que é discutido no livro. Organizado em 12 seções:

- 4.1 A intensificação do calor e dos eventos extremos**
- 4.2 Nuvens e aerossóis**
- 4.3 Derretimento das camadas de gelo**
- 4.4 O solo congelado (permafrost)**
- 4.5 Os oceanos**
- 4.6 Incêndios florestais e feedbacks do fogo**
- 4.7 A Amazônia e as florestas**
- 4.8 Biodiversidade terrestre e adaptação das espécies**
- 4.9 Agricultura e segurança alimentar**
- 4.10 Água**
- 4.11 Solos e armazenamento de carbono**
- 4.12 O mundo aquecido**

A INTENSIFICAÇÃO DO CALOR E DOS EVENTOS EXTREMOS²⁰

O calor é o efeito mais claro no dia-a-dia, principalmente em países equatoriais e/ou tropicais, como é o caso do Brasil, todos estamos sentindo o aumento da temperatura, e há cada ano batemos novos recordes.

O aumento da temperatura global tem tornado ondas de calor mais intensas e frequentes, afetando diretamente os padrões meteorológicos. Esse desequilíbrio intensifica eventos extremos sobrepostos — como secas, chuvas severas e deslizamentos — principalmente em regiões vulneráveis.

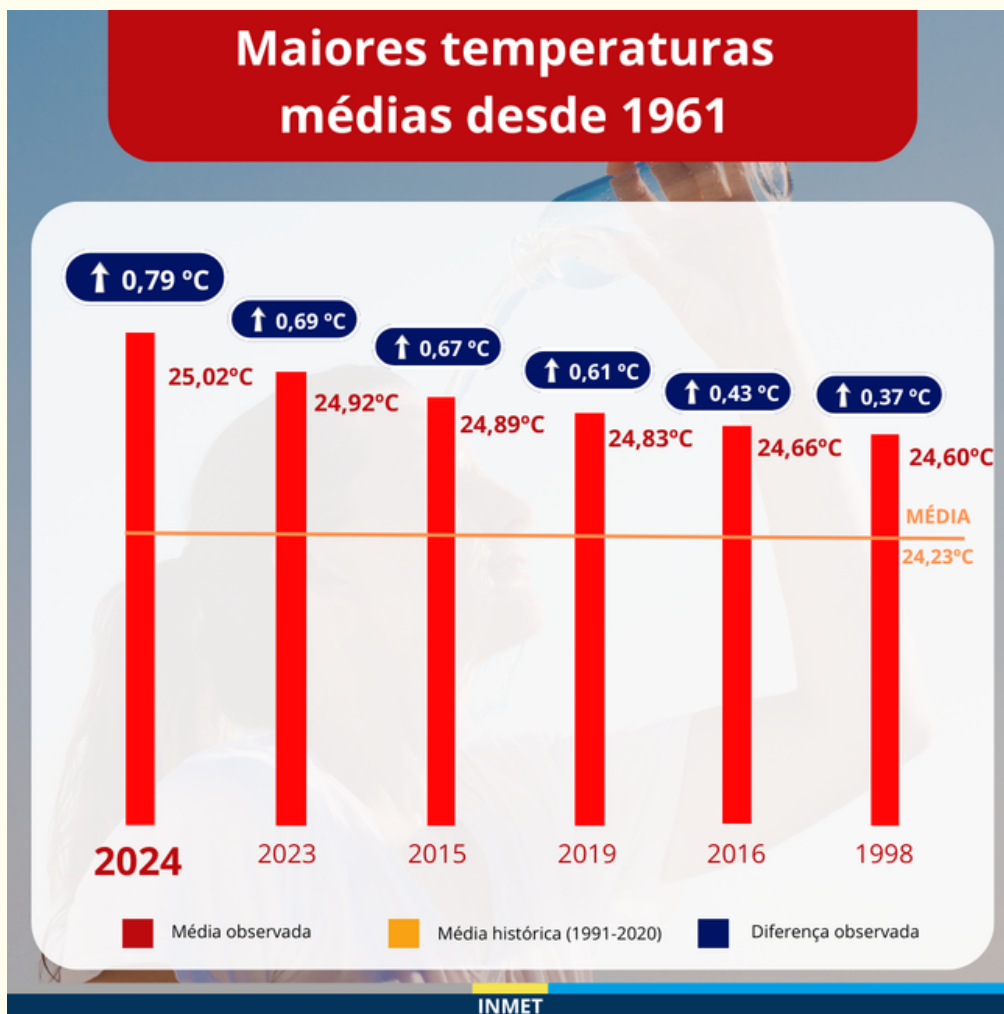
Com o aquecimento global, ondas de calor, secas prolongadas e tempestades intensas tornaram-se mais frequentes e destrutivas. O calor excessivo altera a circulação atmosférica, intensifica a evaporação, provocando estiagens severas em alguns locais, enquanto em contrapartida a atmosfera mais quente retém mais umidade, o que causa chuvas torrenciais e inundações. Com isso, aumentam os riscos de inundações e deslizamentos, sobretudo em regiões vulneráveis, que passam a sofrer com extremos climáticos simultâneos e sobrepostos.

²⁰ Os dados e informações foram retirados dos capítulos 2.2 e 2.7:

HAYHOE, Katharine. Calor. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

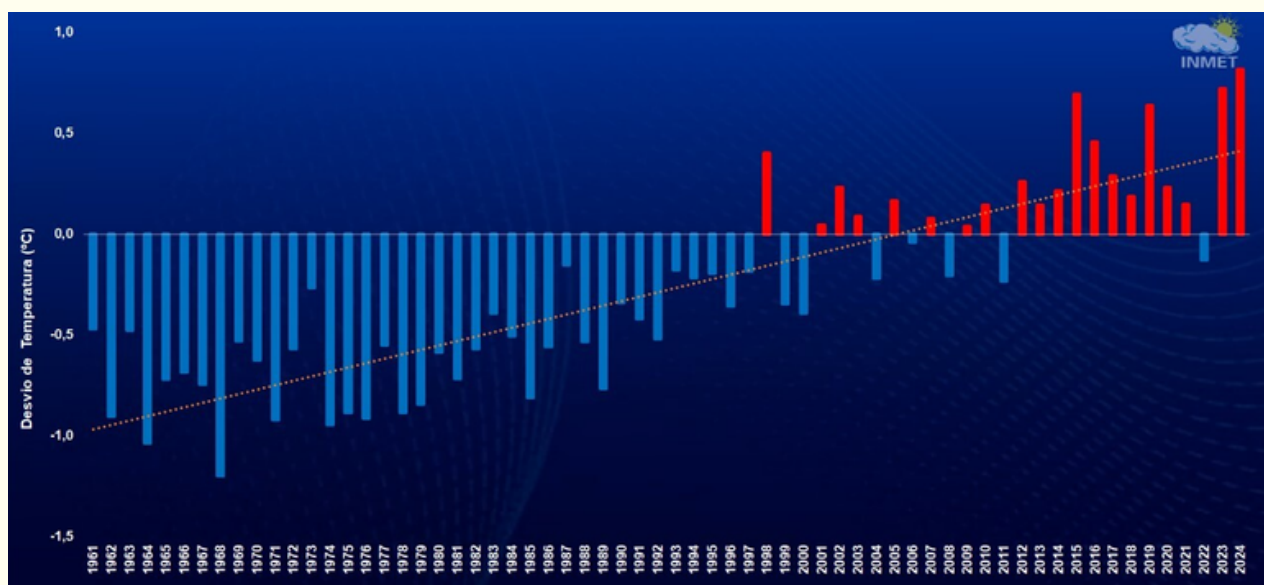
OTTO, Friederike. Tempo Ameaçador. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

“ANO DE 2024 É O MAIS QUENTE NO BRASIL DESDE 1961”



Anos mais quentes da história do Brasil entre 1961 e 2024 segundo o Instituto Nacional de Meteorologia.

Fonte: INMET, 2025.



Anomalia (diferença entre a temperatura observada e a média histórica de 1991 – 2020) de Temperatura Média do Ar (TMA) no Brasil por ano.

Fonte: INMET, 2025.

NUVENS E AEROSSÓIS²¹

Nuvens e aerossóis também influenciam o clima, com efeitos diversos e às vezes opostos. Interferem no balanço energético do planeta e têm papel tanto na intensificação quanto na atenuação do aquecimento global.

As nuvens exercem uma influência climática dupla. Refletem parte da radiação solar de volta ao espaço, funcionando como um “guarda-sol” ajudando no resfriamento da Terra. Mas também atuam como um “cobertor” retendo o calor emitido pela superfície terrestre, o que acaba intensificando o efeito estufa. Dependendo da composição, espessura e altitude das nuvens, o equilíbrio entre esses dois efeitos pode ser afetado, algo que já está acontecendo. Foi detectada uma redução nas nuvens de baixa altitude sobre os oceanos e uma elevação das nuvens mais altas em todo o globo, dois fatores que acabam contribuindo diretamente na retenção de calor na atmosfera. Esse comportamento caracteriza um processo de realimentação climática, no qual o aquecimento causado pelas nuvens intensifica ainda mais o aquecimento já existente, entrando em um ciclo.

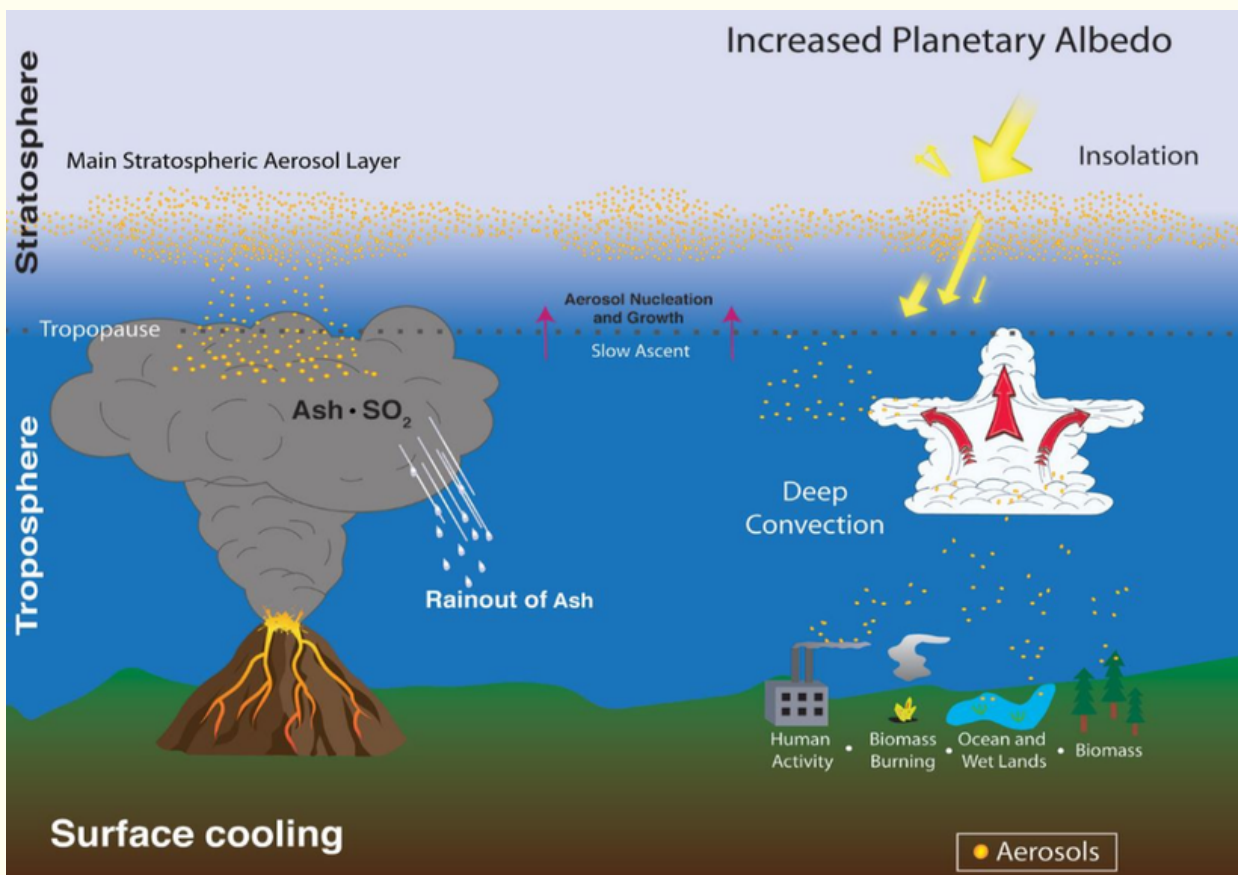
Os aerossóis, por sua vez, são partículas microscópicas em suspensão no ar que também afetam o clima de duas formas. Eles podem tanto dispersar quanto absorver a radiação solar, vai depender do tipo de aerossol. Os aerossóis claros, como os emitidos por algumas atividades industriais, refletem a luz solar e ajudam a resfriar a superfície terrestre. Já os aerossóis escuros, como a fuligem da queima de combustíveis fósseis, refletem a luz solar e absorvem radiação, aquecendo o ar ao seu redor.

²¹ Os dados e informações foram retirados dos capítulos 2.4 e 2.5:

SAMSET, Bjørn H. Poluição do ar e aerossóis. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
CEPPI, Paulo. Nuvens. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

Além disso, os aerossóis interferem diretamente na formação das nuvens, se forem numerosos durante a formação delas, irão produzir gotículas menores e mais numerosas, tornando as nuvens mais claras e consequentemente aumentando a reflexão da luz solar. Esse efeito torna os aerossóis ainda mais relevantes para o resfriamento temporário do planeta. O problema é que, à medida que as emissões de poluentes são reduzidas, os aerossóis também diminuem — e com eles o efeito temporário de resfriamento que mascarava parte do aquecimento real.

Dinâmica dos aerossóis no clima



Milhões de toneladas de partículas atingem a estratosfera, provenientes de diversas origens, antrópicas ou naturais. Essas se converterem em aerossóis, os quais refletem a energia solar, impedindo que os raios solares aqueçam a superfície da Terra.

Fonte: NASA, 2011.

DERRETIMENTO DAS CAMADAS DE GELO²²

O Ártico está aquecendo a um ritmo acelerado, cerca de três vezes mais rápido do que o restante do planeta. Esse fenômeno está ligado à perda das suas superfícies congeladas: o gelo terrestre das geleiras e mantos de gelo, o gelo marinho e o permafrost. A perda das superfícies de gelo, que refletem a luz solar, reduz a capacidade de resfriamento do planeta. Esse processo, conhecido como feedback gelo-albedo, intensifica o aquecimento e acelera ainda mais o derretimento.

As consequências disso no norte global já são visíveis: os verões estão mais secos e quentes, até em áreas caracteristicamente mais úmidas. Mas os impactos não se limitam a essa região, pois o aquecimento do Ártico afeta também as correntes de jato — faixa de ventos que circula em alta altitude, que flui de oeste para leste e regula os padrões climáticos em regiões temperadas. Com a redução da diferença de temperatura entre o Ártico e os trópicos, essa corrente se enfraquece e se torna mais instável. É o que os cientistas chamam de padrão “Ártico quente, continentes frios”, e isso faz com que ondas de calor, períodos de frio intenso ou chuvas prolongadas fiquem mais duradouros em algumas regiões.

Por fim, o derretimento do gelo também ameaça os mantos da Groenlândia e da Antártida. À medida que essas massas de gelo perdem altitude, entram em contato com camadas mais quentes da atmosfera, o que acelera ainda mais o derretimento — mais um exemplo de realimentação positiva.

²² Os dados e informações foram retirados dos capítulos 2.6 e 2.10:

FRANCIS, Jennifer. Aquecimento do Ártico e correntes de jato. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

WINKELMANN, Ricarda. Mantos de gelo, plataformas de gelo e geleiras. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

O SOLO CONGELADO (PERMAFROST)²³

O permafrost é um tipo de solo congelado que pode conter rochas, sedimentos, gelo e matéria orgânica acumulada ao longo de milhares de anos. Ele cobre vastas áreas do Ártico, tanto em terra firme quanto no fundo dos oceanos. Essa camada congelada possui um imenso reservatório de carbono — estima-se que contenha o dobro do CO₂ presente hoje na atmosfera, além de grandes quantidades de metano, gás ainda mais potente no aquecimento do planeta.

Com o aumento das temperaturas, esse solo começa a descongelar e a liberar esses gases aprisionados. O que é extremamente preocupante, uma vez que esse processo tem potencial de acelerar drasticamente a crise climática, alimentando um novo ciclo de aquecimento. E mesmo que consigamos limitar o aquecimento global a 1,5 °C, projeções indicam que de um terço a metade do permafrost pode desaparecer até o fim do século.

Outro ponto crítico são os hidratos de metano, formações de gás metano que se acumulam no leito marinho sob camadas de gelo e sedimento. O degelo no fundo dos oceanos pode desestabilizar esses depósitos e liberar grandes volumes de metano de forma repentina, criando um “efeito estufa relâmpago”. Estudos recentes mostram que bolhas de metano já estão emergindo do leito marinho raso, indicando que esse processo está em curso. Se continuarem, essas liberações podem alcançar volumes equivalentes ao total anual de CO₂ emitido por países inteiros, dificultando ainda mais a contenção do aquecimento dentro de limites seguros.

²³ Os dados e informações foram retirados dos capítulos 2.23:

GUSTAFSSON, Örjan. Permafrost. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

OS OCEANOS²⁴

O aquecimento global está impactando profundamente os oceanos. Eles absorvem cerca de 90% do calor adicional gerado pelo efeito estufa — volume equivalente a vinte vezes a energia consumida pela humanidade em um ano. Essa absorção ocorre principalmente na superfície, onde as temperaturas têm aumentado de forma mais acelerada, antes de o calor se espalhar, mais lentamente, para as profundezas marinhas.

Esse aquecimento oceânico tem múltiplos efeitos preocupantes. Ele aumenta a evaporação da água, contribuindo para precipitações mais intensas; fortalece e acelera tempestades tropicais; e reduz a capacidade dos oceanos de absorver dióxido de carbono, intensificando o aquecimento global. Além disso, coloca em risco diversas espécies marinhas, pela elevação da temperatura das águas e acidificação do oceano.

Outro impacto crítico desse aquecimento é a expansão térmica da água — quando aquecida, a água se expande, contribuindo para a elevação do nível dos mares. De acordo com o 6º Relatório de Avaliação do IPCC, mesmo que todas as emissões de GEEs fossem interrompidas, a elevação do nível do mar já está em curso e continuará pelos próximos séculos ou milênios, devido ao aquecimento acumulado e ao colapso de geleiras e plataformas de gelo. A estimativa é de uma elevação de meio metro a um metro, mas cenários mais pessimistas estimam elevações superiores a dois metros ou mais até o fim do século, caso grandes mantos de gelo entrem em colapso total.

²⁴ Os dados e informações foram retirados dos capítulos 2.11 e 2.12:

RAHMSTORF, Stefan. Aquecimento dos oceanos e elevação do nível dos mares. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

PÖRTNER, Hans-Otto. Acidificação e ecossistemas marinhos. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022. 31

Além disso, está ocorrendo uma acidificação dos oceanos, uma das consequências menos visíveis, mas não menos graves. À medida que cresce a concentração de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera, uma parte significativa desse gás é absorvida pelos oceanos, alterando sua composição química.

Esse processo torna a água do mar mais ácida, representando uma grave ameaça à vida marinha, especialmente para organismos que dependem do processo de calcificação para formar conchas e esqueletos, como corais, moluscos, mexilhões, ouriços-do-mar, caracóis e fitoplânctons. A dificuldade desses seres em formar estruturas calcárias compromete seu crescimento, reprodução e sobrevivência, afetando toda a cadeia alimentar marinha e comprometendo tanto a biodiversidade quanto a segurança alimentar de populações que dependem dos oceanos para subsistência.

Estudos indicam que a acidez dos oceanos já aumentou cerca de 30% desde o início da era industrial. A velocidade dessa mudança é sem precedentes: o CO_2 atmosférico está crescendo cem vezes mais rápido do que no final da última era glacial, e sua concentração atual é a mais alta dos últimos 2 milhões de anos.

Esse desequilíbrio químico se soma a outros fatores, como o aquecimento das águas e a redução do oxigênio dissolvido, ampliando ainda mais os impactos nos ecossistemas marinhos. Juntas, essas alterações estão afetando a distribuição geográfica das espécies, alterando padrões migratórios e colocando em risco a sobrevivência de populações inteiras.

Além da perda ecológica, há impactos sociais e econômicos, como o colapso dos recifes de corais — fenômeno causado pelo aumento da temperatura e acidez dos oceanos, que leva os corais a “expulsar” suas algas simbióticas — que servem de abrigo natural para milhares de espécies, enfraquecendo assim cadeias produtivas, reduzindo a proteção natural contra tempestades e afetando diretamente comunidades costeiras que dependem da pesca para subsistência.

INCÊNDIOS FLORESTAIS E FEEDBACKS DO FOGO²⁵

Os incêndios florestais estão se tornando mais frequentes, intensos e imprevisíveis. Esse aumento está diretamente relacionado às mudanças climáticas e as práticas inadequadas de uso do solo, como o desmatamento e a queima para abertura de áreas agrícolas.

Com o avanço do aquecimento global, os incêndios passam a se realimentar, criando um ciclo em que o fogo alimenta ainda mais a crise climática. Isso porque as florestas ao queimarem, liberam toneladas de carbono armazenado na vegetação e no solo, alimentando o efeito estufa. Esse processo reduz a capacidade dos biomas de atuarem como sumidouros de carbono e acelera o desequilíbrio climático global.

Estudos recentes mostraram também que os incêndios estão sendo agravados por causas humanas. Estima-se que a influência das atividades humanas — como o uso do fogo para abrir pasto ou para queima de biomassa — sobre as condições propícias ao fogo já ultrapassa a variabilidade natural do clima.

Hoje, praticamente todos os incêndios ocorrem em um novo cenário: estações menos definidas, precipitações irregulares, solos mais secos e umidade relativa do ar mais baixa. Esses fatores criam um ambiente ideal para a propagação do fogo, especialmente em florestas densas e sensíveis. Conforme o clima continua a se transformar, regiões que antes eram frias e úmidas estão se tornando mais vulneráveis ao fogo, expandindo o risco para novos territórios e épocas do ano.

²⁵ Os dados e informações foram retirados dos capítulos 2.16:

GERGIS, Joëlle. Incêndios florestais. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

A AMAZÔNIA E AS FLORESTAS²⁶

As grandes florestas do planeta, como a Amazônia e as florestas boreais, estão deixando de atuar como sumidouros naturais de carbono e se aproximando de um ponto de inflexão climático. Antes responsáveis por capturar grandes volumes de CO₂ da atmosfera, essas regiões agora correm o risco de se tornarem emissores líquidos de gases de efeito estufa.

A Amazônia, por exemplo, remove cerca de 16% do CO₂ atmosférico a cada ano e armazena entre 150 e 200 bilhões de toneladas de carbono em sua vegetação e solo. Também exerce papel fundamental na regulação climática regional, resfriando o ar e promovendo chuvas por meio da evapotranspiração. No entanto, o desmatamento, os incêndios recorrentes, o avanço da agropecuária e o aquecimento global vêm alterando esse equilíbrio, alguns estudos indicam que, se essa tendência continuar, até 60% da floresta poderá desaparecer até 2050, iniciando um processo de savanização, em que predominam gramíneas e espécies adaptadas a incêndios frequentes.

O clima mais quente e seco, agravado por fragmentações no território florestal, deixa a floresta mais vulnerável ao fogo, reduz a umidade e amplia as emissões de carbono.

Com a prolongação da estação seca e a queda nas precipitações, algumas áreas da Amazônia já emitem mais carbono do que absorvem.

²⁶ Os dados e informações foram retirados dos capítulos 2.17 e 2.18:

NOBRE, Carlos A.; ARIEIRA, Julia; NASCIMENTO, Nathália. A Amazônia. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

LAW, Beverly E. Florestas boreais. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

Nas florestas boreais, que se estendem por vastas áreas do norte do planeta, os impactos também são significativos. O aumento das temperaturas, aliado à intensificação de incêndios, exploração madeireira e degradação do solo, tem comprometido sua capacidade de estocar carbono e manter a biodiversidade. Embora o reflorestamento seja relevante, conservar florestas maduras e permitir sua regeneração natural é a forma mais eficaz de preservar estoques de carbono, proteger a biodiversidade e manter as funções ecológicas dessas áreas, isso porque a extração de árvores jovens por sistemas de silvicultura industrial reduz o potencial de captura de carbono ao longo do tempo. Conservar florestas primárias e maduras mantém o carbono e evita a sua liberação na atmosfera.

HOJE, JÁ TEMOS INDÍCIOS DE QUE FLORESTAS QUE ANTES ABSORVIAM CARBONO ESTÃO, AGORA, SE TORNANDO FONTES DE EMISSÃO, INDICANDO UMA POSSÍVEL INVERSÃO DO SEU PAPEL CLIMÁTICO.



O descontrole das queimadas e dos desmatamento da Amazônia já faz com que a floresta emita três vezes mais CO_2 do que consegue absorver. A região também está com menor quantidade de chuvas, temperaturas mais altas e risco de fogo.

Fonte: arvoreeagua, 2021

BIODIVERSIDADE TERRESTRE E ADAPTAÇÃO DAS ESPÉCIES²⁷

As mudanças climáticas vêm se tornando uma das principais ameaças à biodiversidade no planeta. Ainda que seus impactos na biodiversidade tenham começado de forma discreta, alguns sinais já são evidentes: espécies estão migrando em busca de condições mais adequadas para sobreviver, animais e plantas de regiões montanhosas estão se deslocando para altitudes mais elevadas, organismos adaptados ao frio vêm sendo encontrados cada vez mais perto dos polos. Outras tentam se adaptar alterando seus ritmos fenológicos, ou seja, os tempos naturais de floração, frutificação, reprodução e migração.

De modo geral as espécies estão sendo forçadas a adaptar seus comportamentos e ciclos vitais a um clima em constante mudança.

Essas alterações no “calendário da natureza” são um dos indicadores mais sensíveis dos impactos das mudanças climáticas nos ecossistemas. Já há registros de plantas que florescem semanas antes do habitual, insetos que aparecem mais cedo e aves que migram fora de época. Em alguns casos, espécies que antes viviam em equilíbrio passam a se desencontrar em seus ciclos — como flores que desabrocham antes da chegada dos polinizadores, comprometendo ambos os lados dessa relação ecológica.

²⁷ Os dados e informações foram retirados dos capítulos 2.19 e 2.21:

PALMA, Adriana De; PURVIS, Andy. Biodiversidade terrestre. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
LARSON, Keith W. O calendário da natureza. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

No entanto, nem todas as espécies têm capacidade de responder a tempo. Algumas não conseguem migrar, seja por limitações físicas ou porque seus habitats foram fragmentados pela ação humana, outras não conseguem ajustar seus relógios biológicos com a rapidez necessária. O ritmo do aquecimento global é mais veloz do que a capacidade natural de adaptação de muitas espécies, o que aumenta o risco de extinção.

Mais do que alterações isoladas, essas mudanças podem desestruturar redes ecológicas complexas e comprometer os serviços ambientais essenciais à vida humana. Isso porque a perda de biodiversidade agrava ainda mais a crise climática. Ecossistemas menos diversos tendem a ser menos resilientes: armazenam menos carbono, oferecem menos proteção contra eventos extremos e perdem sua capacidade de autorregulação. Forma-se, assim, um ciclo de retroalimentação negativa, em que a perda de biodiversidade reduz a resiliência dos ecossistemas e intensifica a crise.

Projeções indicam que, se não houver uma mudança significativa na forma como protegemos o planeta, até um terço das espécies vegetais e animais pode ser extinta até 2050.

AGRICULTURA E SEGURANÇA ALIMENTAR²⁸

Os insetos são fundamentais para o equilíbrio ecológico e para o funcionamento de diversos sistemas naturais. Eles atuam na polinização, na fertilidade do solo, no controle de pragas e na decomposição da matéria orgânica. No entanto, nas últimas décadas, vêm sendo drasticamente reduzidos por uma combinação de fatores: o uso excessivo de agrotóxicos, a perda de habitats naturais, as mudanças no uso da terra e as alterações climáticas.

Hoje esses animais sobrevivem em pequenas populações em fragmentos cada vez menores de vegetação. A migração em resposta a alterações climáticas, que antes era possível, agora é dificultada pela urbanização, pela agricultura intensiva e pela fragmentação dos ecossistemas. Consequências das mudanças climáticas com tempestades, secas, inundações e incêndios mais frequentes colocam ainda mais pressão sobre essas populações já vulneráveis. Os únicos que irão se beneficiar dessas mudanças são os mosquitos, o que pode agravar o índice de transmissão de doenças, já que estes são vetores como da dengue e da malária.

Além da perda de biodiversidade, o desaparecimento dos insetos tem impactos diretos sobre a agricultura. Sem polinizadores, diversas culturas alimentares perdem produtividade.

Ao mesmo tempo, o setor agrícola contribui significativamente para as emissões de gases de efeito estufa, além de ser altamente dependente de recursos naturais como água, solo fértil e estabilidade climática.

²⁸ Os dados e informações foram retirados dos capítulos 2.15 e 2.20:

THUNBERG, Greta. A crise está muito mais perto de nós do que imaginamos. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

GOULSON, Dave. Insetos. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

SE AS TENDÊNCIAS ATUAIS PERSISTIREM, REGIÕES DEPENDENTES DA CHUVA PODEM TER UMA QUEDA DE ATÉ 50% NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA, COMPROMETENDO A ALIMENTAÇÃO, A GERAÇÃO DE ENERGIA E O ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL. O RENDIMENTO DAS CULTURAS, ESPECIALMENTE EM PAÍSES MAIS VULNERÁVEIS, TENDE A DIMINUIR, AGRAVANDO OS RISCOS PARA A SEGURANÇA ALIMENTAR GLOBAL.

c) Exemplo de risco complexo, onde os impactos de eventos climáticos extremos têm efeitos em cascata sobre os alimentos, a nutrição, a subsistência e o bem-estar dos pequenos agricultores

Os múltiplos riscos da mudança do clima se agravarão cada vez mais com eventos compostos e em cascata no curto prazo



O quadro mostra um exemplo de evento climático extremo de onda de calor e seca, atingindo regiões agrícolas. Afim de ilustrar como as mudanças climáticas podem iniciar uma série de impactos afetando múltiplos setores e se propagando por conexões naturais e sociais. Demonstra como múltiplos riscos estão interligados e podem levar a impactos biofísicos, econômicos e sociais.

[Mudança do clima 2023 - Relatório Síntese.](#)

Fonte: IPCC, 2023, pág 118 - 119

ÁGUA²⁹

O aquecimento global está comprometendo a disponibilidade de água doce no planeta. À medida que a temperatura sobe, a evaporação nos solos e nas plantas aumenta, reduzindo a umidade e diminuindo a quantidade de água em muitas regiões. Fontes essenciais de água doce, como as geleiras e a neve nas montanhas, estão derretendo mais cedo, o que antecipa o fluxo de água e diminui a oferta durante os períodos mais quentes. Nas zonas costeiras, a elevação do nível do mar está provocando a intrusão de água salgada em aquíferos subterrâneos, tornando-os impróprios para consumo. Esses processos afetam diretamente o abastecimento humano, a agricultura e os ecossistemas aquáticos.

As mudanças climáticas também estão tornando as secas mais frequentes, longas e intensas. Com mais calor, a atmosfera retém maior quantidade de vapor d'água, acelerando a perda de umidade do solo. Isso reduz a produtividade agrícola, prejudica a vegetação e contribui para a degradação dos solos. O planeta, em sua tentativa de se resfriar, intensifica a evaporação, agravando os efeitos da escassez hídrica. Observações recentes mostram que regiões do mundo — que já possuíam uma quantidade de água doce limitada — já estão sofrendo com esse novo padrão climático.

Paralelamente às secas, o excesso de umidade atmosférica está aumentando a intensidade e a frequência das chuvas em diversas partes do mundo. Mesmo em áreas onde o volume total de precipitação anual caiu, eventos extremos se tornaram mais comuns. A mudança no padrão das tempestades, incluindo sua velocidade de deslocamento, faz com que grandes volumes de chuva se concentrem em locais específicos, provocando enchentes, deslizamentos de terra e destruição de infraestrutura. Esse contraste entre secas e inundações revela o desequilíbrio crescente do ciclo hidrológico global.

²⁹ Os dados e informações foram retirados dos capítulos 2.9 e 2.14:

MARVEL, Kate. Secas e inundações. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

GLEICK, Peter H. Água doce. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

SOLOS E ARMAZENAMENTO DE CARBONO³⁰

Os solos desempenham um papel crucial no equilíbrio climático do planeta. Estima-se que armazenem cerca de 3 mil gigatoneladas de carbono — mais do que a soma do carbono presente na atmosfera e na vegetação terrestre. Esse estoque subterrâneo tem papel essencial no ciclo do carbono, contribuindo também para a fertilidade do solo, a biodiversidade, a regulação hídrica e a resiliência dos ecossistemas frente a eventos extremos como secas e inundações.

Os solos desempenham um papel crucial no equilíbrio climático do planeta. Estima-se que armazenem cerca de 3 mil gigatoneladas de carbono — mais do que a soma do carbono presente na atmosfera e na vegetação terrestre. Esse estoque subterrâneo tem papel essencial no ciclo do carbono, contribuindo também para a fertilidade do solo, a biodiversidade, a regulação hídrica e a resiliência dos ecossistemas frente a eventos extremos como secas e inundações.

Esse ciclo de retroalimentação é especialmente preocupante em regiões frias, como o Ártico, onde vastas áreas de solo congelado — o permafrost — armazenam grandes quantidades de carbono há milhares de anos. O degelo facilita a liberação acelerada desse carbono antigo, intensificando a instabilidade climática global.

³⁰ Os dados e informações foram retirados dos capítulos 2.22:

SOONG, Jennifer L. Solos. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

O MUNDO AQUECIDO³¹

O aquecimento do planeta não acontece de forma uniforme — e cada meio grau a mais faz uma diferença enorme. À medida que a temperatura global sobe, os efeitos se tornam mais intensos, frequentes e difíceis de controlar. O ciclo da água vai se amplificar e áreas já úmidas passarão a registrar chuvas mais fortes e constantes, enquanto regiões secas enfrentarão estiagens cada vez mais longas e severas, as monções mudarão de comportamento, os incêndios florestais se tornão mais recorrentes e ondas de calor letais atingirão milhões de pessoas.

Com 1,5°C de aquecimento, eventos extremos se tornam quatro vezes mais prováveis. Já há impactos evidentes: elevação do nível do mar, perda de espécies, insegurança alimentar e mais doenças transmitidas por vetores. Mesmo esse limite, considerado mais seguro, já coloca em risco muitos sistemas naturais e populações vulneráveis.

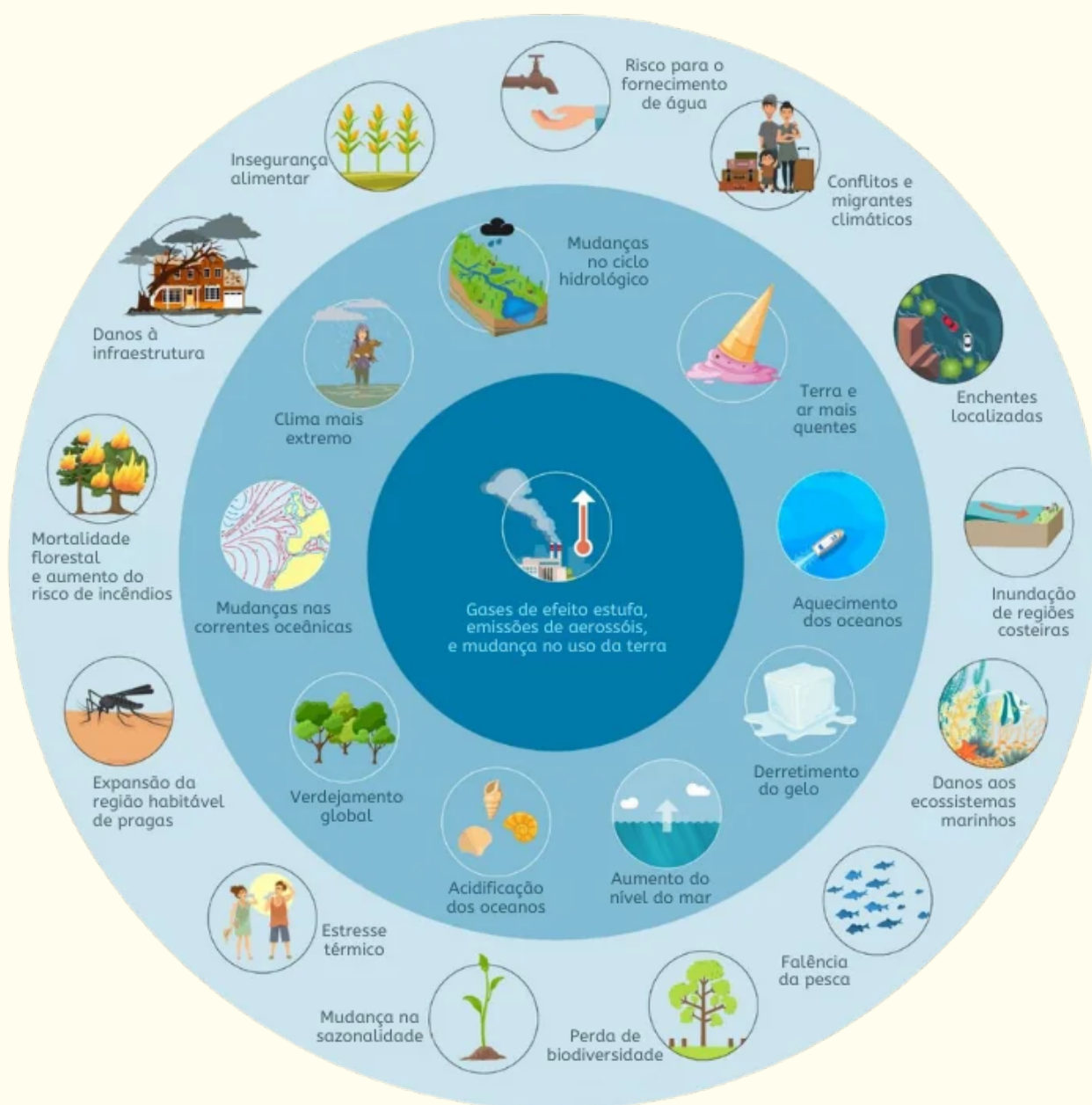
Se ultrapassarmos 2°C, os efeitos se intensificão. Centenas de milhões de pessoas poderão sofrer com escassez de água e alimentos. A produtividade agrícola tenderá a cair, especialmente em regiões tropicais, e hotspots de biodiversidade ao redor do mundo enfrentarão o risco de colapso. A desigualdade aumentará, e os impactos recairão com mais força sobre comunidades que menos contribuíram para a crise.

Com um aumento de 4°C ou mais, o mundo entrará em uma trajetória de colapso climático irreversível. Calor extremo, inundações catastróficas, perda massiva de ecossistemas e elevação acelerada do nível do mar passarão a comprometer seriamente a estabilidade civil. Trata-se de um cenário de ruptura global — social, ambiental e econômica.

³¹ Os dados e informações foram retirados dos capítulos 2.24:

EDWARDS, Tamsin. Como fica o mundo com um aquecimento de 1,5°C, 2°C e 4°C? In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

APESAR DA GRAVIDADE, AINDA É POSSÍVEL AGIR. MEDIDAS COMO POLÍTICAS PÚBLICAS CONSISTENTES, TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS, TRANSIÇÃO ENERGÉTICA JUSTA, CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA PODEM CONTER ESSE AVANÇO. CADA FRAÇÃO DE GRAU EVITADA, CADA TONELADA DE CARBONO DEIXADA DE EMITIR, FAZ DIFERENÇA. O TEMPO É CURTO, MAS A JANELA DE AÇÃO AINDA ESTÁ ABERTA. O FUTURO DEPENDERÁ DAS DECISÕES QUE TOMARMOS AGORA.



Causas das mudanças climáticas, efeitos no sistema climático e os impactos sociais e ambientais.

Fonte: Unesp para jovens, 2022.

CAPÍTULO 5

SOLUÇÕES PARA SE EVITAR O APOCALIPSE CLIMÁTICO





Enfrentar a crise climática exige mais do que mudanças individuais ou soluções tecnológicas, ela exige uma transformação profunda na organização de nossas sociedades. Isso implica uma ação coordenada entre indivíduos, comunidades, empresas e governos, cada esfera com suas próprias, mas igualmente importantes, responsabilidades.³²

No nível individual, é essencial reduzir o consumo excessivo, principalmente de fast fashions, combustíveis fósseis, de produtos que os utilizam, e de proteínas animais. Adotar essas medidas já é um grande início, pois além de diminuir nossas emissões individuais, essas escolhas se transformaram em exemplo e geram mobilização. Indo mais além, participar de coletivos ambientais, movimentos sociais e pressionar por políticas públicas, auxilia a transformar a ação individual em ação política. Nosso poder não está em apenas escolher o que consumimos, está também nos espaços que ocupamos e nas causas que defendemos.

Nas comunidades, iniciativas como hortas coletivas, reflorestamento urbano, compostagem, uso compartilhado de energia solar, reaproveitamento de água da chuva e ocupação dos espaços de decisão fortalecem o movimento social e aceleram a transição ecológica. Para transformar o sistema é preciso agir de forma coletiva, a fim de equilibrar o consumo global, combater desigualdades estruturais e garantir uma transição justa para todas as pessoas.

As empresas devem levar a sério a governança ambiental, social e corporativa (Environmental, social, and corporate governance – ESG) e assumir compromissos reais com metas de descarbonização, energias limpas, redução de resíduos, compensação ambiental e equidade em suas cadeias produtivas. Nesse sentido os governos têm papel fundamental em exigir essas atitudes por meio de leis, regulações e incentivos. Além de proibir gradualmente práticas nocivas ao meio ambiente como a venda de veículos que utilizam combustíveis fósseis, produtos descartáveis de uso único, tecnologias poluentes e publicidades de incentivo ao consumo destes itens.

³² Os dados e informações foram retirados dos capítulos 5.2, 5.3, 5.5, 5.7 e 5.13:

CAPSTICK, Stuart; WHITMARSH, Lorraine. Ação individual, transformação social. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

RAWORTH, Kate. Rumo aos modos de vida adaptados à meta de 1,5°C. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

ESHEL, Gidon. Alterando as nossas dietas. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

MONBIOT, George; WRIGLEY, Rebecca. Regenerar a natureza. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

KLEIN, Seth. Uma resposta efetiva à emergência. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.

Os governos precisam liderar esse processo, investindo em transporte público de qualidade e elétrico, energia limpa e renovável, moradia social com infraestrutura verde, ampliar Unidades de Conservação e demarcar Terras Indígenas, criar políticas de adaptação climática em concordância com a justiça climática e garantir acesso a serviços básicos com baixo impacto ambiental.

Também são necessárias políticas de regeneração da natureza, para adaptação climática. Isso envolve restaurar ecossistemas terrestres e marinhos, proteger florestas, áreas costeiras e alagadas (rios, mangues, nascentes) e solos para produção agrícola. Como visto a natureza era aliada fundamental na contenção do colapso climático, agora precisará de condições favoráveis para se recompor. Evitar o colapso ainda é possível, mas exigirá que façamos tudo o que estiver ao nosso alcance, com coordenação e urgência

10 soluções cruciais para mitigar as mudanças climáticas

1.



DESATIVAR
as usinas de carvão

6.



AUMENTAR
o uso de transporte coletivo,
bicicleta e caminhada

2.



INVESTIR em energia limpa
e eficiência energética

7.



DESCARBONIZAR
o transporte aéreo
e marítimo

3.



ADAPTAR e
DESCARBONIZAR
as edificações

8.



COMBATER
o desmatamento e
RESTAURAR áreas degradadas

4.



DESCARBONIZAR
as indústrias de cimento,
aço e plásticos

9.



REDUZIR o desperdício
e a perda de alimentos
e **APRIMORAR**
as práticas agrícolas

5.



MUDAR
para veículos elétricos

10.



COMER mais plantas
e menos carne

10 soluções para mitigação, baseadas nas conclusões do
Relatório do IPCC sobre Mudanças Climáticas de 2023.

Fonte: [World Resources Institute, 2023.](#)

CAPÍTULO 6

ESTRATÉGIAS EDUCACIONAIS



Para engajar os estudantes de forma significativa, atividades que desenvolvam investigação, colaboração e criatividade são uma ótima ferramenta e fundamentais para tornar o estudante protagonista do processo de aprendizagem. Algumas possibilidades aplicadas à temática climática:

- **Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP):** os alunos investigam problemas reais e propõem soluções para a comunidade.
- **Gamificação:** uso de jogos educativos para compreender dinâmicas ambientais e climáticas.
- **Sala de aula invertida:** os estudantes acessam o conteúdo previamente e discutem em sala.
- **Estudos do meio:** visitas técnicas e exploração do território local.
- **Ensino por investigação:** formulação de hipóteses, coleta e análise de dados.

Essas abordagens fortalecem o vínculo entre teoria e prática, promovem a autonomia e desenvolvem competências essenciais para a cidadania planetária.

INTEGRAÇÃO AO PROJETO POLÍTICO-PEDAGÓGICO E NO CURRÍCULO ESCOLAR

Em primeiro lugar é fundamental inserir a temática climática no Projeto Político-Pedagógico e nos currículos, de forma transversal e permanente. A partir disso a abordagem climática passa a ser compromisso institucional, favorecendo a criação de estratégias de longo prazo e diminuindo a dependência de iniciativas isoladas, além de promover uma cultura escolar comprometida com a sustentabilidade.

PROPOSTAS DE ATIVIDADES PRÁTICAS PARA A EDUCAÇÃO CLIMÁTICA NA ESCOLA

Aqui trouxemos propostas concretas de atividades, projetos e metodologias para implementar a educação climática no cotidiano escolar. Muitas foram encontradas facilmente em sites e plataformas, os quais estarão listados no próximo capítulo.

A partir de uma abordagem crítica da Educação Ambiental, essas atividades podem auxiliar na transformação da relação dos estudantes com o conhecimento, com o meio ambiente e com a coletividade. Devendo ser adaptadas à realidade de cada escola, respeitando seu contexto territorial, social e pedagógico. As ideias aqui reunidas são adaptáveis também à diferentes faixas etárias.³³

³³ Algumas das atividades sugeridas aqui foram inspiradas e outras retiradas da Nova Escola: [Associação Nova Escola: 10 ideias para desenvolver a educação climática em sala de aula](#)

¹ PLANTIO DE ÁRVORES E RESTAURAÇÃO FLORESTAL

Objetivo:

- Promover o contato direto com a natureza, estimular o cuidado ambiental, promover vínculos com a natureza e apresentar o reflorestamento como estratégia de mitigação.

Descrição:

- Designar que os estudantes cuidem de mudas de árvores nativas, para que sejam posteriormente plantadas na escola ou na comunidade. A atividade pode envolver visitas a viveiros, estudos sobre biomas locais, registros em diário de bordo, pesquisa sobre espécies nativas e serviços ecossistêmicos.

Possibilidades pedagógicas:

- Biologia (biodiversidade, ciclos de vida, fotossíntese, carbono), Geografia e História (uso do solo, desmatamento), Educação Física (atividades externas), Artes (ilustrações, cartazes), Língua Portuguesa (relato de experiências, produção de textos, leitura de guias).

² HORTA ESCOLAR E COMPOSTAGEM

Objetivo:

- Desenvolver noções de soberania alimentar, alimentação saudável, cuidado com o solo e redução de resíduos.

Descrição:

- Pedir que as turmas planejem, construam e cuidem de hortas e composteiras, com aproveitamento de resíduos orgânicos que podem ser da cozinha da escola. A ação envolve conhecimento interdisciplinar e pode incluir o consumo dos alimentos na merenda escolar, contribuindo para a saúde dos estudantes.

Possibilidades pedagógicas:

- Matemática (planejamento de espaço, estatísticas de produção), Ciências (ciclos dos nutrientes, decompositores, ecossistemas), Geografia (produção local e global), Língua Portuguesa (produção de receitas, diários de campo), Sociologia (consumo consciente, agricultura familiar), Artes (sinalização e decoração da horta).

GESTÃO DE RESÍDUOS E RECICLAGEM

Objetivo:

- Estimular a responsabilidade coletiva no tratamento dos resíduos e promover o consumo consciente.

Descrição:

- Separação de resíduos na escola, substituição de materiais não recicláveis, criação de pontos de coleta e atividades de conscientização. Pode incluir campanhas educativas, exposições de materiais reciclados, oficinas de reutilização e projetos sobre o impacto do lixo no planeta.

Possibilidades pedagógicas:

- Ciências (impactos ambientais dos resíduos), Matemática (pesagem e gráficos sobre a coleta), Artes (reutilização criativa), Língua Portuguesa (campanhas, slogans, textos argumentativos), Sociologia (consumo responsável).

SIMULAÇÃO DE ENCONTROS DE NEGOCIAÇÕES CLIMÁTICAS

Objetivo:

- Compreender o funcionamento das negociações climáticas (ex. Conferência das Partes — COP) internacionais e a complexidade do debate global sobre justiça climática.

Descrição:

- Dividir a turma em grupos que representem os países, e ai pedir para prepararem discursos e propostas sobre questões como emissões, financiamento climático, metas ambientais. Os professores, podem mediar a negociação e promover reflexões sobre desigualdade, diplomacia e políticas públicas.

Possibilidades pedagógicas:

- História (linha do tempo dos acordos internacionais), Geografia (desigualdade entre países, riscos regionais), Ciências (conceitos técnicos sobre as mudanças climáticas), Sociologia (justiça climática), Matemática (dados e estatísticas), Língua Portuguesa (retórica e discurso), Inglês (leitura de documentos internacionais).

CINEDEBATE

Objetivo:

- Sensibilizar, informar e provocar reflexões a partir de produções audiovisuais sobre meio ambiente, clima e justiça social.

Descrição:

- Exibição de filmes, documentários ou episódios de séries, seguida de rodas de conversa, produção de textos ou projetos temáticos. Os debates podem ser aprofundados com base em análise de situações ou personagens, contextos e dilemas éticos.

Possibilidades pedagógicas:

- Todas as áreas do conhecimento, Ciências Humanas (reflexão histórica, social, resenhas críticas), Ciências Naturais (interpretação de fenômenos), Filosofia (ética ambiental), Artes (produção criativa), Tecnologia (uso de vídeos e recursos digitais).

EXPOSIÇÕES

Objetivo:

- Investigar e comunicar temas relacionados às mudanças climáticas e suas conexões com a sociedade.

Descrição:

- Alunos organizam uma exposição com materiais como cartazes, maquetes, vídeos e textos sobre temas como aquecimento dos oceanos, acidificação, biodiversidade, contaminação.

Possibilidades pedagógicas:

- Ciências (ecossistemas aquáticos), Geografia (oceano e clima), Língua Portuguesa (reportagens, narrativas expositivas), Artes (curadoria visual, maquetes), Tecnologia (uso de vídeos e recursos digitais).

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Objetivo:

- Democratizar o acesso à ciência e desenvolver habilidades de comunicação e investigação.

Descrição:

- Produção de podcasts, vídeos, jornais escolares, fanzines e entrevistas com especialistas e lideranças comunitárias sobre temas ambientais e climáticos. Promove protagonismo estudantil e vínculo com o território.

Possibilidades pedagógicas:

- Língua Portuguesa (entrevistas, editoriais), Ciências (temas científicos da escolha), História (memória ambiental local), Geografia (impactos regionais), Tecnologia (edição de mídias).

FEIRA DE CIÊNCIAS

Objetivo:

- Estimular o protagonismo estudantil, a pesquisa e a troca de saberes no contexto escolar.

Descrição:

- Evento temático com apresentação de experimentos, oficinas, debates, estandes de projetos e exposições científicas voltadas às mudanças climáticas e sustentabilidade. Pode envolver toda a escola e comunidade local.

Possibilidades pedagógicas:

- Todas as áreas, com foco na interdisciplinaridade e comunicação científica.

CONTAÇÃO DE HISTÓRIAS E ANÁLISE DE IMAGENS

Objetivo:

- Estimular a empatia e o pensamento crítico por meio de narrativas e representações visuais.

Descrição:

- Leitura e compartilhamento de histórias reais de populações impactadas pela crise climática; uso de imagens para analisar e discutir desigualdades ambientais, eventos extremos, resistência de comunidades e alternativas locais.

Possibilidades pedagógicas:

- Língua Portuguesa (oralidade, escrita criativa), História (memória e narrativa), Artes (fotografia e análise visual), Geografia (territorialização dos conflitos), Ciências (conceitos técnicos sobre as mudanças climáticas).

CONEXÃO COM REDES E MOVIMENTOS AMBIENTAIS

Objetivo:

- Ampliar os horizontes dos estudantes e fortalecer o sentimento de pertencimento à luta por justiça climática.

Descrição:

- Pesquisar, entrevistar e se conectar com movimentos socioambientais locais e globais. Pode envolver o acompanhamento de redes sociais, organização de encontros virtuais ou participação em campanhas e eventos.

Possibilidades pedagógicas:

- Sociologia (movimentos sociais), Geografia (territórios de luta), Língua Portuguesa (comunicação e argumentação), Tecnologias (uso de mídias).

CAPÍTULO 7

RECURSOS PARA APOIO NA FORMAÇÃO EM EDUCAÇÃO CLIMÁTICA E NA APLICAÇÃO EM SALA DE AULA



A seguir, trouxemos uma seleção de materiais, instituições, recursos educativos, plataformas, cursos e iniciativas que podem servir de apoio na formação continuada dos professores na temática das mudanças climáticas, além de trazer atualidades e apresentar formas de aplicação em sala de aula e no ambiente escolar. Os materiais selecionados vão desde aprofundamentos teórico-metodológicos à redes sociais de movimentos ambientais para acompanhar.

Movimentos sociais e ambientais

- **Fridays for Future** – Movimento internacional iniciado por Greta Thunberg, que mobiliza jovens em todo o mundo por meio de greves escolares e ações públicas pela justiça climática.
- **Extinction Rebellion** – Coletivo global que propõe ações diretas não violentas para pressionar governos e instituições diante da emergência climática.
- **Fire Drill Fridays** – Criado pela atriz Jane Fonda, realiza protestos semanais nos EUA em defesa do meio ambiente e pela interrupção de novos projetos de combustíveis fósseis.
- **Famílias pelo Clima** – Rede brasileira que articula pais, mães e responsáveis na construção de um futuro sustentável para as próximas gerações.
- **Our Kids' Climate** – Iniciativa internacional que promove ações intergeracionais, conectando adultos e crianças em defesa do clima.
- **Scientist Rebellion** – Movimento de cientistas que usa a desobediência civil para chamar atenção sobre a urgência da crise climática, unindo pesquisa e ativismo.
- **Escolas pelo Clima / Reconecta** – Rede de escolas brasileiras engajadas em projetos climáticos, com foco em práticas pedagógicas transformadoras.

Instituições e organizações

- **Observatório do Clima** – Aliança de organizações brasileiras que monitora políticas climáticas e divulga dados atualizados sobre emissões e mudanças ambientais.
- **Instituto ClimaInfo** – Produz conteúdos acessíveis sobre clima, ciência e políticas públicas. Ideal para acompanhar atualidades pela newsletter diária.
- **Instituto Alana (Criança e Natureza)** – Atua com foco em infância, educação e conexão com a natureza, promovendo projetos inspiradores e materiais pedagógicos.
- **Fundo Brasileiro de Educação Ambiental (FunBEA)** – O Fundo Brasileiro de Educação Ambiental lançou diretrizes para integrar mudanças climáticas às políticas públicas educacionais.
- **Youth Climate Leaders** – Organização que oferece formações e oportunidades de inserção profissional para jovens comprometidos com a agenda climática.
- **Cemaden Educação** – Iniciativa ligada ao Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, com foco em educação para redução de riscos.
- **Instituto IPÊ** – Desenvolve materiais e projetos para escolas, além de cursos de formação e pós-graduação.
- **Coalizão Brasileira de Educação Climática (CBEC)** – Atua pela inserção da educação climática em políticas públicas educacionais brasileiras.
- **UNICEF** – Produziu o *Acordo de Paris para Jovens*, material educativo adaptado para adolescentes.
- **UNESCO** – A iniciativa *Getting Every School Climate-Ready* apresenta estratégias globais para inserir o clima nos currículos.

Filmes e documentários

- **Brasil: Colapso Ambiental**

Globoplay

Série jornalística que expõe os impactos da devastação ambiental no Brasil contemporâneo.

- **Seremos História? (Before the Flood, 2016)**

Disney+ e YouTube

Com Leonardo DiCaprio, o documentário explora os impactos das mudanças climáticas e iniciativas ao redor do mundo.

- **David Attenborough e Nosso Planeta (A Life on Our Planet, 2020)**

Netflix

Um depoimento pessoal do naturalista sobre as mudanças que testemunhou na natureza e um apelo à ação urgente.

- **Greta: O Futuro é Hoje (2020)**

Disney+

Retrata a jornada de Greta Thunberg desde os primeiros protestos até o reconhecimento mundial.

- **O Futuro da Energia (The Future of Energy, 2015)**

YouTube

Documentário sobre alternativas energéticas sustentáveis e o papel das comunidades locais.

- **Oceanos de Plástico (A Plastic Ocean, 2016)**

YouTube e Netflix

Explora o impacto da poluição plástica na vida marinha e nos ecossistemas oceânicos.

- **Rompendo barreiras: nosso planeta (2021)**

Netflix

Análise científica dos nove limites planetários, os riscos de ultrapassá-los e apresentam possíveis soluções para reverter a crise.

- **Nosso Planeta (Our Planet, 2019)**

Netflix - Série documental

Mostra a beleza e a fragilidade da natureza, com ênfase nos efeitos das mudanças climáticas nos ecossistemas.

- **Explicando: A Mudança Climática (2020)**

Netflix - Série documental curta da Vox

Episódio dedicado à crise climática, com linguagem simples e acessível.

- **Planeta em Perigo (Years of Living Dangerously, 2014)**

National Geographic

Série documental com celebridades investigando os efeitos das mudanças climáticas ao redor do mundo.

Livros e HQs

- **O Livro do Clima – Greta Thunberg**

Organizado por Greta, reúne textos de mais de 100 especialistas em ciência, economia, história, povos originários e ativismo. É a base teórica deste guia.

- **Educação Climática com a Turma do Pererê – Ziraldo**

Materiais educativos ilustrados, voltados ao público infantil, que trabalham a crise climática com uma linguagem lúdica e personagens brasileiros.

- **Mudamos o Clima. E agora? – Nilvo Silva**

Livro infantil que apresenta conceitos como justiça climática e aquecimento global por meio de histórias acessíveis.

- **Heróis do Clima – Caco Galhardo**

HQ educativa que mistura humor e informação para falar sobre mudanças climáticas.

- **Educação Climática em Quadrinhos – Portal Lunetas**

Tirinhas que abordam temas como responsabilidade, crise climática e papel das escolas.

- **Os Sete Saberes Necessários à Educação sobre as Mudanças Climáticas – Pena-Vega.**

Uma leitura mais densa e filosófica, que propõe bases teóricas profundas para o ensino das mudanças climáticas.

- **Mudanças do Clima: tudo o que você queria e não queria saber – Sérgio Margulis.**

Livro digital informativo com “tudo” sobre o aquecimento global e as mudanças do clima do nosso planeta.

- **A Última Criança na Natureza – Richard Louv**

Explora os impactos da vida urbana no bem-estar das crianças e propõe reconectar infância e natureza.

- **Educação Ambiental para Mudanças Climáticas - João Carlos Gomes**

Livro que propõe práticas pedagógicas críticas para enfrentar a emergência climática nas escolas.

- **Mudança Climática: fatos para quem nunca antes se preocupou com isso – David Nelles e Christian Serrer**

Com a ajuda de mais de 100 cientistas, possui muitas ilustrações e infográficos, ideal para adolescentes e professores em formação.

- **Mudança Climática: o que nós temos a ver com isso? – Caia Amoroso**

Apresenta dados científicos e caminhos de engajamento pessoal e coletivo com linguagem voltada ao público jovem.

- **Emergência Climática: aquecimento global e ativismo ambiental – Matthew Shirts**

Combina jornalismo, literatura e ciência para sensibilizar o leitor sobre a urgência de agir.

- **Uma Simples Mudança Climática – Vários autores**

Guia pequeno apresenta os fatos mais significativos sobre as mudanças climáticas no mundo, com linguagem didática, simples e direta.

Redes sociais e perfis inspiradores

- **@engajamundo** – Juventude em ação por justiça climática e social.
- **@socioambiental** – Instituto Socioambiental com foco em povos indígenas, clima e territórios.
- **@perifaconnection / @perifasustentavel** – Iniciativas de ativismo climático e socioambiental de periferias brasileiras.
- **@txaisurui / @kanindebrazil** – Lideranças indígenas em defesa da floresta e do clima.
- **@plantfortheplanet_brasil / @plantiobrasil / @refloresta_brasil_oficial** – Mobilizações ligadas ao reflorestamento e educação ambiental.
- **@centrobrasilnoclima / @climaesociedade** – Perfis institucionais que tratam de ciência, política e justiça climática.
- **@coalizaopeloclimasp / @fridaysforfuturebrasil** (versão nacional do Fridays for Future) – Movimentos locais com forte presença nas redes, que articulam juventudes, educadores e ambientalistas._
- **@mudancasclimaticasfapesp / @cbioclama / @climademudanca_br** – Perfis de divulgação científica e notícias sobre clima no Brasil.
- **@_politize / @eurealixo** – Iniciativas de educação política e consumo consciente.
- **@ipcc / @unclimatechange / @theclimategroup / @careaboutclimate** – Perfis internacionais sobre ciência do clima e ação global.
- **@mcti / @mmeioambiente** – Redes oficiais do governo federal com atualizações sobre políticas ambientais.

Cursos e formações

- **Curso Online Introdutório sobre Mudança Climática – ONU**

Curso gratuito com base científica sólida, voltado à compreensão dos principais conceitos sobre clima.

- **Curso Política Climática – YCL**

Formação voltada a juventudes e educadores interessados em trabalhar na área de mudanças climáticas.

- **Cursos POCA – UFSCar**

Vários cursos disponíveis com formações em diversas áreas.

- **Cursos TINIS**

Foco em infância, vínculo com a natureza e desenvolvimento de jardins comestíveis.

Outros materiais, recursos e plataformas de apoio

- **Verdes Marias** – Comunicação educativa sobre consumo, clima e cidadania, com diversos formatos diferentes.
- **Saúde Planetária – USP** -- Plataforma acadêmica da USP com materiais sobre a inter-relação entre saúde e clima.
- **Sustentarea – FSP/USP** – Iniciativa da USP sobre alimentação sustentável e educação nutricional.
- **Instituto Fonte** – Trabalha com metodologias participativas em educação e avaliação.
- **Oceana Brasil e Árvores Vivas** – Iniciativas ligadas à conservação da biodiversidade e educação ecológica.

- **Ensinando o Clima** – Coleção de recursos educacionais em inglês e gratuitos sobre clima e energia (CLEAN) revisados por educadores e cientistas.
- **Ecofalante Play** - Plataforma de filmes socioambientais para educadores.
- **Fervura no Clima** – Plataforma jornalística sobre crise climática com linguagem acessível.
- **Cataki** – Aplicativo disponível para iOS e Android, de agendamento com catadores de materiais recicláveis.
- **Dia de Sobrecarga da Terra (Earth Overshoot Day)**. – Ferramenta que mostra os dias até a sobrecarga anual da Terra.
- **Calculadora de Pegada Ecológica** – Ferramentas para calcular a pegada ecológica.
- **Projeto Lunetas** – Conteúdos sobre infância, sustentabilidade e clima.
- **Portal Porvir** – Planos de aula e conteúdos sobre ODS e educação climática.
- **Schools for Future** – Plataforma internacional com materiais prontos para as escolas engajarem no clima.
- **Raising Global Kidizens** – Recursos educativos sobre sustentabilidade para crianças.
- **Global Youth Climate Pact** – Mobilização juvenil internacional com foco na ação e no conhecimento.

CAPÍTULO 8

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES



O enfrentamento das mudanças climáticas requer um novo paradigma educacional. Formar estudantes críticos, engajados e conscientes de sua responsabilidade socioambiental é uma tarefa urgente e inadiável. Ao reconhecer o papel da escola nesse processo, este guia oferece subsídios para que os professores possam atuar como agentes de transformação.

Mais do que ensinar sobre o clima, é preciso criar espaços de reflexão coletiva. Superar a crise climática exige uma abordagem educativa que articule dimensões sociais, culturais e ambientais, promovendo a transformação coletiva.

Além dos materiais apresentados neste guia, finalizo com duas recomendações para a continuidade na formação em educação climática:

- 1- Buscar formações continuadas em Educação Ambiental e Mudanças Climáticas presenciais, e se não houverem, exigir dos órgãos educacionais públicos.
- 2- Criar redes colaborativas entre professores, da região ou rede de ensino, além de procurar fazer parte de grupos ou movimentos já existentes, para que assim continue a enriquecer seu conhecimento e dos seus pares.

Que este guia ajude na construção de uma educação verdadeiramente comprometida com o futuro da vida no planeta.

BIBLIOGRAFIA

Sites e artigos consultados:

- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. CLIMATE CHANGE 2013: The Physical Science Basis, Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report. Glossary, p. 192. 2013.
- OBSERVATÓRIO DO CLIMA. Causas das mudanças do clima. 2024. Disponível em: <https://oc.eco.br/causas-das-mudancas-do-clima/>. Acesso em: mar. 2025.
- NASA EARTH OBSERVATORY. The slow carbon cycle. 2011. Disponível em: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/CarbonCycle/page2.php>. Acesso em: mar. 2025.
- FOLHA DE S.PAULO. Emissões de CO₂ atingirão recorde em 2024, diz relatório. 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2024/11/emissoes-globais-de-carbono-atingirao-recorde-em-2024-diz-relatorio.shtml>. Acesso em: mar. 2025.
- INSTITUTO CLIMAINFO. Emissões por combustíveis fósseis batem novo recorde em 2024. 2024. Disponível em: <https://climainfo.org.br/2024/11/18/emissoes-por-combustiveis-fosseis-batem-novo-recorde-em-2024/>. Acesso em: mar. 2025.
- NOAA – NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. Carbon cycle. 2025. Disponível em: <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/climate/carbon-cycle>. Acesso em: mar. 2025.
- ALVES, José E. D. A concentração de CO₂ é a mais alta em milhões de anos. ECO DEBATE. 2021 Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2024/04/25/a-concentracao-de-co2-e-a-mais-alta-em-milhoes-de-anos/>. Acesso em: mar. 2025.
- LAN, X.; TANS, P.; KW, Thoning: Tendências na média global de CO₂ determinadas a partir de medições do Laboratório de Monitoramento Global da NOAA. NOAA – NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. 2025. Disponível em: https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/gl_gr.html. Acesso em: mar. 2025.
- CLIMATE.GOV. Mudanças climáticas: dióxido de carbono atmosférico. 2025. Disponível em: <https://www.climate.gov/>. Acesso em: mar. 2025.
- KOLBERT, Elizabeth. A sexta extinção: uma história não natural. 1. ed. São Paulo: Intrínseca, 2015.
- IDEC – INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. Mentira verde. Disponível em: <https://idec.org.br/greenwashing>. Acesso em: mar. 2025.
- LEITE, J. C. Controvérsias científicas ou negação da ciência? A agnotologia e a ciência do clima. Revista Sur-Sur, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ss/a/Jd3Sn8qkN5y3YWYwymPXq5R/?format=html&lang=pt&stop=next>. Acesso em: nov. 2024.
- LOUBACK, A. C.; LIMA, L. M. R. T. (Org.). Quem precisa de justiça climática no Brasil? Observatório do Clima, 2022. Disponível em: https://www.oc.eco.br/wp-content/uploads/2022/08/Quem_precisa_de_justica_climatica-DIGITAL.pdf. Acesso em: mar. 2025.
- OXFAM BRASIL. 1% da população mais rica esgota seu limite anual de emissões de carbono em apenas 10 dias. 2025. Disponível em: <https://www.oxfam.org.br/noticias/1-da-populacao-mais-rica-esgota-seu-limite-anual-de-emissoes-de-carbono-em-apenas-10-dias/>. Acesso em: mar. 2025.
- KROPIDLOSKI, Ícaro. 10 ideias para desenvolver a educação climática em sala de aula. Associação Nova Escola, 2025. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/22084/10-ideias-para-desenvolver-a-educacao-climatica-em-sala-de-aula>. Acesso em: mar. 2025.

BIBLIOGRAFIA

Capítulos do “O Livro do Clima” utilizados:

- THUNBERG, Greta. Não há nada mais sólido do que a ciência. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- OPPENHEIMER, Michael. A descoberta das mudanças climáticas. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- HAUSFATHER, Z. O metano e outros gases. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras. Edição do Kindle, 2022.
- BRANNEN, P. A história profunda do dióxido de carbono. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras. Edição do Kindle, 2022.
- HAYHOE, Katharine. Calor. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- OTTO, Friederike. Tempo Ameaçador. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- SAMSET, Bjørn H. Poluição do ar e aerossóis. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- CEPPI, Paulo. Nuvens. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- FRANCIS, Jennifer. Aquecimento do Ártico e correntes de jato. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- WINKELMANN, Ricarda. Mantos de gelo, plataformas de gelo e geleiras. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- GUSTAFSSON, Örjan. Permafrost. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- RAHMSTORF, Stefan. Aquecimento dos oceanos e elevação do nível dos mares. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- PÖRTNER, Hans-Otto. Acidificação e ecossistemas marinhos. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- GERGIS, Joëlle. Incêndios florestais. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- NOBRE, Carlos A.; ARIEIRA, Julia; NASCIMENTO, Nathália. A Amazônia. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- LAW, Beverly E. Florestas boreais. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- PALMA, Adriana De; PURVIS, Andy. Biodiversidade terrestre. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- LARSON, Keith W. O calendário da natureza. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- THUNBERG, Greta. A crise está muito mais perto de nós do que imaginamos. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- GOULSON, Dave. Insetos. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- MARVEL, Kate. Secas e inundações. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- GLEICK, Peter H. Água doce. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- SOONG, Jennifer L. Solos. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- EDWARDS, Tamsin. Como fica o mundo com um aquecimento de 1,5°C, 2°C e 4°C? In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- CAPSTICK, Stuart; WHITMARSH, Lorraine. Ação individual, transformação social. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- RAWORTH, Kate. Rumo aos modos de vida adaptados à meta de 1,5°C. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- ESHEL, Gidon. Alterando as nossas dietas. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- MONBIOT, George; WRIGLEY, Rebecca. Regenerar a natureza. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.
- KLEIN, Seth. Uma resposta efetiva à emergência. In: THUNBERG, G. (Org). O livro do clima. Companhia das Letras, 2022.