

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo deste documento será disponibilizado somente a partir de 01/12/2027.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA

Júlia Chiti Pinheiro

**EM TEMPOS DE CRISE CLIMÁTICA:
CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, PERCEPÇÃO DE RISCO E O ENSINO
DE CIÊNCIAS**

Bauru

2026

JÚLIA CHITI PINHEIRO

**EM TEMPOS DE CRISE CLIMÁTICA:
CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, PERCEPÇÃO DE RISCO E O ENSINO
DE CIÊNCIAS**

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus Bauru, ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências, como requisito à obtenção do título de Doutora em Educação para a Ciência, sob orientação da Prof^ª. Dr^ª. Ana Maria de Andrade Caldeira.

Bauru

2026

Pinheiro, Júlia Chiti

Em tempos de Crise Climática: Conservação da biodiversidade, percepção de
risco e o ensino de ciências / Júlia Chiti Pinheiro - Bauru - 2026

246f.: il.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho",
Faculdade de Ciências, Bauru, 2025.

Orientadora: Ana Maria de Andrade Caldeira

1. crise climática; conservação da biodiversidade; percepção de risco; ensino
de Ciências; educação para o risco. I. Universidade Estadual Paulista. II.
Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE JÚLIA CHITI PINHEIRO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 30 de março de 2026, às 9h, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de JÚLIA CHITI PINHEIRO, intitulada "Em tempos de Crise Climática: Conservação da biodiversidade, percepção de risco e o ensino de ciências". A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Assoc. ANA MARIA DE ANDRADE CALDEIRA (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências / Unesp-Bauru, Profa. Dra. FERNANDA DA ROCHA BRANDO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Biologia / Universidade de São Paulo, Prof. Dr. THIAGO MARINHO DEL CORSO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Ciências Humanas e Ciências da Nutrição e Alimentação / UNESP / Câmpus de Botucatu - IBB, Prof. Dr. LEANDRO LONDERO DA SILVA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação / UNESP / Câmpus de São José do Rio Preto - Ibilce, Prof. Dr. MATHEUS GANIKO DUTRA (Participação Virtual) do(a) UENP - Cornélio Procopio, Após a exposição pela doutoranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: _

Aprovada . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Documento assinado digitalmente
 ANA MARIA DE ANDRADE CALDEIRA
Data: 31/03/2026 09:02:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Assoc. ANA MARIA DE ANDRADE CALDEIRA

*Aos meus pais, meus primeiros educadores, com quem aprendi, muito antes de
qualquer sala de aula, que a educação nunca é neutra.
Nas conversas que tivemos, nas escolhas que fizeram e no modo como viveram,
compreendi que ensinar é um ato profundamente político, e que quem educa
carrega consigo a responsabilidade de transformar o mundo.
O meu envolvimento com a educação, e portanto esta tese, é, antes de tudo, um
reflexo do que vocês me ensinaram a acreditar.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, Ivanil e Luciana, por serem a base de tudo. O apoio de vocês foi total, estrutural, mental, financeiro e logístico, mas vai muito além disso. Obrigada por cada oração, por cada passeio com os cachorrinhos, e por terem cuidado da Pipa e do Cara com tanto amor e dedicação durante todo o período em que estive no doutorado sanduíche. Sem vocês, nada disso seria possível.

Aos meus avós, tios e primas, agradeço pelas orações constantes e pela paciência infinita em ouvir meus momentos de desespero. Saber que vocês estavam torcendo por mim foi um amparo silencioso e fundamental.

À Nina, à Bela, à Pipa e ao Cara, meus cachorrinhos, meus companheiros, minha válvula de escape. Vocês foram essenciais ao longo desses anos, e nenhuma palavra é suficiente para descrever o quanto a presença de vocês aliviou a ansiedade e encheu de alegria os dias mais difíceis.

À minha orientadora, professora Ana Maria de Andrade Caldeira, agradeço com profunda admiração e gratidão. Desde o início da graduação, ser orientada pela senhora era um sonho. Poder ter vivido essa experiência foi um privilégio que levarei para sempre, e que moldou não apenas esta tese, mas a pesquisadora que me tornei.

Ao professor Giuliano Reis, meu querido coordenador, que me acolheu do outro lado do continente com generosidade e entusiasmo. Obrigada por me incentivar a fazer algo que me deixasse feliz e satisfeita, esse conselho fez toda a diferença.

Aos professores Thiago Del Corso e Leandro Londero, membros da banca de qualificação, agradeço imensamente pela leitura atenta e pela avaliação criteriosa do trabalho. As contribuições de vocês foram fundamentais para que esta pesquisa pudesse ser repensada, aprimorada e se transformasse, de fato, em uma tese.

À equipe do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, agradeço pelo suporte e pela dedicação ao longo de todo esse percurso, em especial à Yasmin, cuja atenção e cuidado fizeram toda a diferença no dia a dia. Agradeço também aos professores que foram parte essencial da minha formação, nas disciplinas cursadas, nas conversas e reflexões construídas nas reuniões técnicas, em especial ao querido professor Roberto Nardi, que tem sido, ao longo dessa jornada, um constante ponto de apoio e incentivo.

À Step2Future e a todas as pessoas que fazem dela um lugar incrível e genuinamente comprometido com a educação brasileira, meu mais sincero agradecimento. Vocês me deram muito mais do que condições financeiras, deram ânimo, motivação, confiança e incentivo constante, especialmente na reta final desta jornada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), agradeço pela concessão da bolsa de estudos CAPES PrInt, que me permitiu viver uma experiência de doutorado sanduíche que transformou, em todos os sentidos, a minha vida e a minha pesquisa. Agradeço também à UNIVESP pelo apoio ao longo desse processo.

Aos meus queridos amigos de jornada, que tornaram esse caminho mais leve, mais rico e mais corajoso. As discussões e reflexões que construímos juntos foram essenciais para este trabalho e para mim. Em especial, às minhas referências, pessoas por quem carrego muita admiração: Koji, Bia e Mônica.

Agradeço também a pessoas que contribuíram, de formas diversas e muitas vezes sem imaginar o quanto, para que este trabalho fosse possível, especialmente na reta final: Milena, Thyenne, Ricardo, Mayara e Maria Estevam, obrigada.

À Thaís, amiga, conselheira, orientadora e salvadora, só consigo dizer que carregarei para sempre muita gratidão e muito carinho. Espero poder, um dia, retribuir ao menos uma parte do que você fez por mim nesse processo. Eu não teria conseguido sem você.

E ao Samuel: só por ter te conhecido, a pós-graduação já teria valido a pena. Obrigada por tanto, eu literalmente não terminaria sem você.

"However, those of us who are privileged not only should have such environmental concerns, but we should also act on them. Precisely because of our privilege, we have a greater obligation than the less privileged to act in this way. Moreover, such action even indirectly benefits the less privileged [...]."
(SARKAR, 2005, p. 4).

"No entanto, aqueles de nós que são privilegiados não apenas deveriam ter tais preocupações ambientais, como também deveriam agir em função delas. Precisamente por causa de nosso privilégio, temos uma obrigação maior do que os menos privilegiados de agir dessa forma. Além disso, tal ação beneficia indiretamente os menos privilegiados [...]."
(SARKAR, 2005, p. 4, tradução livre).

RESUMO

A crise climática configura-se como um dos maiores desafios contemporâneos e entre as consequências mais críticas da crise climática encontra-se a perda acelerada da biodiversidade, fenômeno que compromete a capacidade dos sistemas naturais de responder e adaptar-se às mudanças em curso. O objetivo geral foi compreender os significados atribuídos aos conceitos estruturantes da conservação da biodiversidade e aos riscos associados à crise climática, com vistas à proposição de referenciais para um ensino de Ciências orientado pela complexidade e pela educação para o risco. A pesquisa é composta por quatro estudos interconectados, desenvolvidos em contextos comparativos entre Brasil e Canadá, com abordagem de métodos mistos. O Estudo 1 realizou uma revisão sistemática de literatura sobre o uso dos conceitos de conservação, preservação e restauração na produção científica brasileira (2020–2024), revelando que 86,5% dos artigos analisados não apresentaram definições explícitas desses termos, evidenciando inconsistências epistemológicas que fragilizam o diálogo entre ciência, política e sociedade, além de uma compartimentalização entre as abordagens da crise climática e da conservação da biodiversidade. O Estudo 2 investigou, por meio de questionário diagnóstico com escala Likert validado previamente, as concepções de 69 participantes brasileiros e canadenses sobre os conceitos estruturantes da conservação da biodiversidade. Os resultados evidenciaram divergências entre os grupos, enquanto o grupo brasileiro demonstrou maior reconhecimento do papel da ação humana nos processos de conservação, o grupo canadense apresentou visão predominantemente preservacionista, evidenciando que significados atribuídos aos conceitos são socialmente construídos e contextualmente situados. O Estudo 3 mapeou as percepções de riscos associados às queimadas e incêndios florestais em 45 brasileiros e 24 canadenses, por meio de questionário aberto analisado com base na tipologia de Ivette Veyret e na Teoria da Sociedade de Risco de Beck. Em ambos os contextos, a percepção privilegiou efeitos imediatos e sensorialmente perceptíveis, com invisibilização de impactos globais, cumulativos e sistêmicos; os riscos industriais e tecnológicos foram os menos reconhecidos, e os impactos sociais, econômicos e geopolíticos permaneceram secundarizados, especialmente no Brasil. O Estudo 4 analisou 71 propostas didáticas publicadas na literatura de ensino de Ciências sobre crise climática (2021–2025), categorizando-as segundo a tipologia de riscos de Veyret (2007) e os eixos conceituais antrópico, biológico e geossistêmico de Reinaldo et al. (2024). Os resultados indicaram predomínio de riscos geossistêmicos, econômicos e sociais, menor incidência de riscos institucionais e tecnológicos, recorrência de abordagens biologicamente superficiais e presença significativa de propostas que reconhecem o ser humano como parte dos sistemas socioecológicos, embora raramente articulem com igual profundidade rigor conceitual, integração sistêmica e problematização dos riscos. A partir da articulação dos quatro estudos, esta pesquisa propõe que o ensino de Ciências seja orientado pela complexidade e pela educação para o risco, que incluem: clareza conceitual sobre os termos estruturantes da conservação; articulação dos eixos antrópico, biológico e geossistêmico; educação para o risco como dimensão estruturante; contextualização sociocultural das práticas educativas; e desenvolvimento integrado de literacias científica, ambiental e midiática.

Palavras-chave: crise climática; conservação da biodiversidade; percepção de risco; ensino de Ciências; educação para o risco.

ABSTRACT

The climate crisis represents one of the greatest contemporary challenges, and among its most critical consequences is the accelerated loss of biodiversity, a phenomenon that compromises the capacity of natural systems to respond and adapt to ongoing changes. The general objective of this research was to understand the meanings attributed to the structuring concepts of biodiversity conservation and to the risks associated with the climate crisis, with a view to proposing frameworks for science education guided by complexity and risk education. The research comprises four interconnected studies developed within a comparative context between Brazil and Canada, adopting a mixed-methods approach. Study 1 conducted a systematic literature review on the use of the concepts of conservation, preservation, and restoration in Brazilian scientific production (2020–2024), revealing that 86.5% of the analyzed articles did not present explicit definitions of these terms, evidencing epistemological inconsistencies that undermine the dialogue between science, policy, and society, as well as a compartmentalization between approaches to the climate crisis and biodiversity conservation. Study 2 investigated, through a previously validated Likert-scale diagnostic questionnaire, the conceptions of 69 Brazilian and Canadian participants regarding the structuring concepts of biodiversity conservation. The results revealed divergences between the groups: while the Brazilian group demonstrated greater recognition of the role of human action in conservation processes, the Canadian group presented a predominantly preservationist view, highlighting that the meanings attributed to these concepts are socially constructed and contextually situated. Study 3 mapped the risk perceptions associated with wildfires and forest fires among 45 Brazilians and 24 Canadians, through an open-ended questionnaire analyzed on the basis of Ivette Veyret's risk typology and Beck's Risk Society Theory. In both contexts, perceptions privileged immediate and sensorially perceptible effects, with the invisibilization of global, cumulative, and systemic impacts; industrial and technological risks were the least recognized, and social, economic, and geopolitical impacts remained secondary, particularly in Brazil. Study 4 analyzed 71 didactic proposals published in the science education literature on the climate crisis (2021–2025), categorizing them according to Veyret's (2007) risk typology and the anthropic, biological, and geosystemic conceptual axes proposed by Reinaldo et al. (2024). The results indicated a predominance of geosystemic, economic, and social risks, a lower incidence of institutional and technological risks, a recurrence of biologically superficial approaches, and a significant presence of proposals that recognize human beings as part of socio-ecological systems, although they rarely articulate conceptual rigor, systemic integration, and risk problematization with equal depth. Drawing on the articulation of the four studies, this research proposes that science education be guided by complexity and risk education, encompassing: conceptual clarity regarding the structuring terms of conservation; articulation of the anthropic, biological, and geosystemic axes; risk education as a structuring dimension; sociocultural contextualization of educational practices; and the integrated development of scientific, environmental, and media literacies.

Keywords: climate crisis; biodiversity conservation; risk perception; science education; risk education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 - Etapas da revisão sistemática de literatura.	63
Figura 4.2 - Fluxograma de seleção de estudos para revisão sistemática.	65
Figura 4.3 - Quantidade de trabalhos publicados por ano.	67
Figura 5.1 - Gráfico das respostas do estrato amostral para a assertiva n.º 1.....	102
Figura 5.2 - Gráfico das respostas do estrato amostral para a assertiva n.º 11.....	104
Figura 5.3 - Gráfico das respostas do estrato amostral para a assertiva n.º 21.....	106
Figura 5.4 - Gráfico das respostas do estrato amostral para a assertiva n.º 20.....	108
Figura 5.5 - Gráfico das respostas do estrato amostral para a assertiva n.º 8.....	110
Figura 5.6 - Gráfico das respostas do estrato amostral para a assertiva n.º 7.....	113
Figura 5.7 - Gráfico das respostas do estrato amostral para a assertiva n.º 12.....	116
Figura 7.1 - Diagrama PRISMA.....	Error! Bookmark not defined.
Figura 10.1 - Gráfico da Matriz de correlações das assertivas referente aos dados coletados no Brasil.....	234
Figura 10.2 - Gráfico da Matriz de correlações das assertivas referente aos dados coletados no Canadá.	235
Figura 10.3 - Gráfico da Matriz de correlações das assertivas referente aos dados do estrato amostral.	237

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 - Distribuição temporal dos trabalhos obtidos por base de dados.	64
Quadro 4.2 - Categoria sentido atribuído aos conceitos estruturantes presentes nos trabalhos.	68
Quadro 4.3 - Categoria interferência humana aos conceitos estruturantes presentes nos trabalhos.....	72
Quadro 5.1 - Definições etimológicas e normativas acerca dos termos restauração, conservação e preservação.	85
Quadro 5.2 - Caracterização socioprofissional dos participantes.....	90
Quadro 5.3 - Síntese comparativa dos contextos de Bauru (Brasil) e Ottawa (Canadá).....	97
Quadro 6.1 - Composição das perguntas abertas do questionário.....	131
Quadro 6.2 - Atuação profissional dos respondentes.	133
Quadro 6.3 - Nível de ensino em que atuam os professores participantes.....	134
Quadro 6.4 - Nível de proximidade com o evento.	135
Quadro 6.5 - Dimensão 1 – Principais afetados.	137
Quadro 6.6 - Dimensão 2 – Tipos de riscos identificados no contexto brasileiro.....	139
Quadro 6.7 - Dimensão 2 – Tipos de riscos identificados no contexto canadense.	142
Quadro 6.8 - Riscos identificados por respondentes brasileiros.	147
Quadro 6.9 - Riscos identificados por respondentes canadenses.	151
Quadro 6.10 - Síntese das percepções dos respondentes brasileiros.....	153
Quadro 6.11 - Síntese das percepções dos respondentes canadenses.....	156
Quadro 7.1 - Termos e operadores utilizados na busca de artigos.	185
Quadro 7.2 - Distribuição dos trabalhos obtidos por base de dados..	187
Quadro 7.3 - Agrupamentos, características centrais e artigos agrupados.	189
Quadro 7.4 - Convenções adotadas para indicação da tipologia de riscos.....	192
Quadro 7.5 - Classificação dos artigos em relação às dimensões analisadas.....	192
Quadro 7.6 - Distribuição dos artigos analisados por categorias.....	194
Quadro 10.1 - Referências completas dos artigos analisados no Estudo 1.	224

LISTA DE TABELAS

Tabela 10.1 - Estatística descritiva dos dados do estrato amostral referentes às assertivas selecionadas.....	232
Tabela 10.2 - Matriz de correlações de assertivas referente aos dados coletados no Brasil..	233
Tabela 10.3 - Matriz de correlações de assertivas referente aos dados coletados no Canadá.	234
Tabela 10.4 - Matriz de correlações de assertivas referente aos dados do estrato amostral ..	236

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIQ: Amplitude interquartil

BNCC: Base Nacional Comum Curricular

CPAWS: Canadian Parks and Wilderness Society

DUC: Ducks Unlimited Canada

ERRD: educação para a redução do risco de desastres, oriundo de disaster risk reduction education (DRRE)

ICMBio: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IPBES: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change, ou Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

OMS: Organização Mundial de Saúde

ONGs: Organizações Não-Governamentais

OPAS: Organização Pan-Americana de Saúde

PCNs: Parâmetros Curriculares Nacionais

PHEIC: Public Health Emergency of International Concern, ou Emergência de Saúde Pública de Preocupação Internacional

PRISMA: Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses

PSC: Problemas sociocientíficos

QSC: Questões sociocientíficas

RA: Riscos ambientais

REGS: Riscos econômicos, geopolíticos e sociais

RIT: Riscos industriais e tecnológicos ou manufaturados

SciELO: Scientific Electronic Library Online

SNUC: Sistema Nacional de Unidades de Conservação

SPSS®: Statistical Package for Social Sciences (software)

UNEP: United Nations Environment Programme, ou Programa Ambiental da Organização das Nações Unidas

UNFCCC: Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas

WHO: World Health Organization

WMO: World Meteorological Organization, ou Organização Mundial da Meteorologia

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	18
1 INTRODUÇÃO.....	20
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA GERAL.....	25
2.1 A crise climática.....	25
2.2 Histórico das pesquisas sobre a crise climática	28
2.3 Impactos ambientais decorrentes da crise climática.....	32
2.4 Os riscos e a sociedade	35
2.5 A Biologia e a Filosofia da Conservação.....	41
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS GERAIS.....	47
3.1 Contextos de investigação: Brasil e Canadá.....	47
3.2 Procedimentos e instrumentos de coleta de dados.....	48
3.2.1. <i>Revisão Sistemática de Literatura (Estudos 1 e 4)</i>	48
3.2.2. Questionário diagnóstico com escala tipo Likert (Estudo 2).....	49
3.2.3. Questionário aberto sobre percepção de riscos (Estudo 3).....	50
3.3 Procedimentos de análise de dados	51
3.3.1 Análise de Conteúdo Qualitativa (Estudos 1, 3 e 4).....	51
3.3.2 Análise Estatística Descritiva e Inferencial (Estudo 2)	53
3.4 Considerações éticas.....	54
4 CONCEITOS ESTRUTURANTES PARA PROTEÇÃO DA BIODIVERSIDADE: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE CONSERVAÇÃO, PRESERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO	56
4.1 Introdução.....	56

4.2 Fundamentação Teórica	57
4.2.1 A Crise Climática: Emergência Global e Raízes Estruturais	57
4.2.2 A Demanda e o Desafio da Conservação da Biodiversidade	59
4.2.3 Conceitos flutuantes	60
4.3 Procedimentos Metodológicos	63
4.4 Análise e discussão dos resultados	66
4.4.1 Panorama geral dos trabalhos	67
4.4.2 Uso e aplicação dos conceitos estruturantes	67
4.5 Síntese.....	78
 5 CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E CONCEPÇÕES SOCIAIS: UMA ANÁLISE COMPARATIVA NO BRASIL E NO CANADÁ	79
5.1 Introdução.....	79
5.2. Fundamentação Teórica	81
5.2.1 Problemas Complexos, Valores e a e a Construção Social dos Significados Ambientais.....	81
5.2.2 Os Conceitos "Conservação", "Preservação" e "Restauração" no Brasil e no Canadá: Definições Referenciais.....	84
5.2.3 Modelos de governança e produção de conhecimento: Brasil e Canadá.....	87
5.3. Procedimentos Metodológicos	88
5.3.1 Amostragem e Caracterização da Amostra	89
5.3.2 Instrumento de Coleta de Dados.....	91
5.3.3 Contextos biogeográficos, normativos e sociais.....	93
5.4 Análise e Discussão dos Dados	98
5.4.1 Distinção Conceitual entre Conservação e Preservação (Assertiva 1).....	101
5.4.2 Conceituação de Biodiversidade (Assertiva 11).....	103

5.4.3 Restauração Ecológica e Processos Ecológicos (Assertiva 21).....	105
5.4.4 Preservação da Biodiversidade e Processos Ecológicos (Assertiva 20).....	107
5.4.5 Preservação e Presença Humana (Assertiva 8).....	109
5.4.6 Conservação e Processos Ecológicos (Assertiva 7)	112
5.4.7 Síntese: Papel da Ação Antrópica na Conservação e Preservação.....	114
5.4.8 Conservação da Biodiversidade e Mudanças Climáticas (Assertiva 12)	115
5.4.9 Análise Inferencial: Correlações entre assertivas.....	117
5.4.10 Síntese Integradora: Eixos Analíticos e Contextos Nacionais.....	119
5.5 Considerações.....	120
 6 RISCOS ASSOCIADOS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E A PERCEPÇÃO DA SOCIEDADE.....	 122
6.1 Introdução.....	122
6.2 Fundamentação teórica.....	123
6.2.1 Teoria da sociedade de risco – Ulrich Beck	124
6.2.2 Classificação dos riscos	125
6.2.3 Riscos associados às mudanças climáticas.....	127
6.3 Procedimentos metodológicos.....	130
6.4 Resultados e discussão.....	133
6.4.1 Perfil dos participantes	133
6.4.2 Proximidade às queimadas	135
6.4.3 Dimensões de análise.....	137
6.4.4 Discussão e implicações para o ensino.....	161
6.5 Considerações.....	165
 7 CRISE CLIMÁTICA, CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E EDUCAÇÃO PARA O RISCO: UMA ANÁLISE DAS PROPOSTAS DIDÁTICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS	

7.1	Introdução.....	167
7.2	Fundamentação Teórica	170
7.2.1	Alfabetização Científica e Ensino de Ciências.....	171
7.2.2	Problemas Sociocientíficos na Educação em Ciências.....	174
7.2.3	Educação para o Risco: Fundamentos e Perspectivas	176
7.2.4	Dimensões Conceituais para Abordagem da Conservação da Biodiversidade no Contexto da Crise Climática.....	181
7.3.	Metodologia.....	184
7.3.1	Procedimentos	185
7.4	Análise e discussão dos resultados	189
7.5.	Considerações finais.....	199
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	201
9	REFERÊNCIAS	208
10	APÊNDICES	224
	Apêndice A	224
	Apêndice B	229
	Apêndice C – Análise estatística descritiva.....	232
	Apêndice D – Análise estatística inferencial	233
	Apêndice E –	238

APRESENTAÇÃO

Concluí meu mestrado e ingressei no doutorado em meio à pandemia da COVID-19, em um momento de tensão pelas discussões duais sobre o retorno ou não ao formato presencial de trabalho. Como professora, tinha muito medo, por mim, pelos meus colegas e pelos meus estudantes. Naquele momento, em meio às incertezas, à ansiedade e à tristeza em acompanhar tudo que vinha ocorrendo no cenário político, econômico, científico e social, permeado por negacionismo, por agravamento de movimentos antivacina e por um crescente discurso de ódio, eu me questionava frequentemente: “como é que algumas pessoas parecem “não estar nem aí”?”

Conversei com muitos sobre isso. Parece que sempre, em algum momento, chegávamos a conclusão de que é bem provável que seja verdade que “a ignorância é uma benção”, afinal, quanto menos se sabe sobre um tema, menos se conhecem os riscos, menos se revolta com as distorções, menos se indigna com os absurdos. Porém, a felicidade (ou a falta de tristeza ocasionada pela falta de consciência global) tem como custo tornar os agentes como massa de manobra, vulneráveis a tomada de decisão não reflexiva e que parte do nível de persuasão dos argumentos (fracamente fundados ou infundados) utilizados em prol do interesse de alguém, que “coincidentemente” reproduz a manipulação para a manutenção de privilégios de classes dominantes. Como muitos queridos autores indicam, “só o conhecimento liberta”, e eu acrescento: ainda que doa.

Atualmente vivemos em uma posição desfavorável perante à sociedade, por ocuparmos espaços acadêmicos e científicos. Utilizar dados e argumentos científicos, refutar resoluções infundadas e informações descabidas com base em argumentações à base de evidências, ou questionar fontes de informação e a não neutralidade dos veículos de informação, infelizmente vem a acarretar discussões, brigas e afastamentos interpessoais.

Com o ganho de conhecimento sobre a crise climática, um agente adicional passou a influenciar minha forma de pensar sobre o mundo: princípios de eco-ansiedade. Esse problema se tornou mais perceptível em minha vida porque passei a me sentir desesperançosa e sem perspectivas, a ponto de pensar com grande frequência: por que estudar para um doutorado se o mundo está acabando? Neste momento, minha pesquisa seguia no mesmo caminho do trabalho desenvolvido durante o mestrado: investigações sobre o ensino de história da genética.

Em um momento de grande sensação de impotência, que me consumia e desanimava, me deparei com pesquisas sobre saúde mental que apontavam que o enfrentamento à eco-ansiedade está atrelado à ação. Para vencê-la precisamos sentir que estamos engajados e “fazendo o possível” para enfrentar o problema que tanto nos preocupa. Foi neste contexto que,

com muito suporte de minha orientadora e coorientador, mudei minha pesquisa de doutorado para a área ambiental, com foco em desenvolver alternativas para enfrentar a crise climática.

Depois disso, o caminho não foi simples e fácil, principalmente porque consumir grande volume de informações sobre os riscos e perigos da crise, em momentos de revisão de literatura, também foram em diversos momentos paralisantes. Além disso, durante meu período de doutorado sanduíche com apoio da CAPES, na cidade de Ottawa, Ontário, Canadá, vivenciei o que os cidadãos ao meu redor chamavam de “um inverno de mentira”, fraco comparado aos outros e que preocupada por despertar o questionamento “será que nada será como antes? isso é efeito da crise climática?” E a situação foi mais desafiadora ainda pois, em Bauru, SP, enfrentamos um verão com temperaturas absurdas e uma sensação térmica alcançando 43 graus Celsius, causando desconforto constante. Tornando a situação ainda mais preocupante, enfrentamos um período de epidemia de dengue, registrando 6,6 milhões de casos em 2024.

Porém, com apoio, inclusive com profissionais na saúde, e intencionalidade de enfrentar estes bloqueios causados pela ansiedade, tive oportunidade de refletir grandemente sobre meus hábitos de vida, sobre o papel das redes sociais em meu dia a dia como disseminadoras de uma sobrecarga de informações pouco saudáveis e que excedem a capacidade do cérebro humano em processar de maneira saudável, e buscar saúde mental, tomando decisões difíceis mas extremamente necessárias que me possibilitaram maior qualidade de vida e a vontade de agir para enfrentar a crise climática por meio de conhecimento e informação.

É neste contexto que esta pesquisa se desenvolve. A escolha da temática aqui investigada não apenas reflete uma demanda acadêmica, mas também uma demanda pessoal.

1 INTRODUÇÃO

A crise climática configura-se como um dos maiores desafios contemporâneos da humanidade, sendo descrita na literatura por diferentes denominações — mudanças climáticas, emergência climática ou crise climática — que, embora ancoradas em referenciais teóricos distintos, remetem a um mesmo fenômeno: alterações significativas nos sistemas climáticos da Terra, decorrentes majoritariamente da ação humana, e cujos impactos são amplos, interdependentes e distribuídos de maneira desigual entre regiões e populações (IPCC, 2014; IPCC, 2018; Sharma, 2012; Le Treut *et al.*, 2007). Trata-se de um problema de natureza global, mas cujos efeitos se manifestam de forma heterogênea, aprofundando vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais já existentes (Beck, 2009; Veyret, 2007; Giulio *et al.*, 2015; O'Brien *et al.*, 2007).

Nesse contexto, a crise climática pode ser compreendida como um risco manufaturado, nos termos de Ulrich Beck, uma vez que emerge das dinâmicas históricas de industrialização, desenvolvimento tecnológico e organização social, ao mesmo tempo em que desafia a capacidade coletiva de previsão, controle e tomada de decisão (Beck, 1998, 2005, 2009). Seus efeitos não são plenamente observáveis de forma imediata, tampouco suas consequências podem ser facilmente delimitadas no tempo e no espaço, o que reforça seu caráter complexo, sistêmico e marcado pela incerteza. A tomada de decisões frente a esse cenário ocorre, portanto, em condições de conhecimento incompleto, envolvendo múltiplos agentes, interesses e valores (Christensen, 2009; Veyret, 2007).

Entre os diversos elementos afetados pela crise climática, a biodiversidade ocupa uma posição central. A perda acelerada da diversidade biológica, em suas múltiplas dimensões, que abrangem desde a variabilidade genética até as interações entre populações, comunidades, ecossistemas e sistemas socioecológicos, incluindo o próprio ser humano como parte integrante dessas relações (Soulé, 1985; Miani, 2017), não apenas constitui uma consequência direta das mudanças climáticas, como também compromete a capacidade dos sistemas naturais de responder, adaptar-se e mitigar seus efeitos (IPCC, 2014; IPCC, 2018; Sala *et al.*, 2000; Pereira *et al.*, 2010). A intensificação da crise climática agrava, portanto, um problema histórico já enfrentado pela sociedade: a conservação da biodiversidade.

A conservação da biodiversidade consolidou-se, ao longo das últimas décadas, como um campo de conhecimento que extrapola os limites das Ciências Naturais, articulando dimensões científicas, sociais, políticas, econômicas e culturais (Soulé, 1985; Miani, 2017). As decisões relacionadas à conservação, preservação e restauração da biodiversidade não se

restringem a critérios técnicos, mas são atravessadas por valores, interesses e disputas que orientam diferentes formas de compreender a relação entre sociedade e natureza (Leff, 2000; Diegues, 2008).

Nesse sentido, os conceitos estruturantes da proteção da biodiversidade, conservação, preservação e restauração orientam políticas públicas, práticas de gestão ambiental, produções científicas e propostas educacionais (Reinaldo *et al.*, 2024). Contudo, esses conceitos nem sempre são utilizados com clareza conceitual ou epistemológica, o que pode gerar ambiguidades, conflitos interpretativos e implicações diretas nas ações propostas (Miani, 2017; Reinaldo *et al.*, 2024).

A diversidade de agentes envolvidos nas decisões relativas à conservação da biodiversidade, incluindo cientistas, educadores, gestores públicos, comunidades locais, povos tradicionais e a sociedade em geral, evidencia a necessidade de espaços de diálogo fundamentados em referenciais conceituais compartilhados (Leff, 2000; Diegues, 2008). Nesse cenário, três grandes instâncias se destacam: a instância científica, responsável pela produção e sistematização do conhecimento; a instância legislativa e institucional, que elabora e implementa políticas públicas; e a instância educacional, que desempenha papel estruturante na formação de sujeitos capazes de compreender, interpretar e atuar frente à complexidade da crise climática e da conservação da biodiversidade.

O ensino de Ciências ocupa posição estratégica nesse processo, uma vez que constitui, para grande parte da população, o principal espaço de acesso ao conhecimento científico sistematizado e à construção da Alfabetização Científica (Hodson, 2009; Sasseron; Carvalho, 2011). É no contexto escolar que se desenvolvem competências relacionadas à compreensão de sistemas complexos, à análise de riscos, à tomada de decisão e à reflexão crítica sobre as interações entre ciência, sociedade e ambiente.

Documentos curriculares e normativos, como a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018), e legislações recentes, como a Lei nº 14.926, de 17 de julho de 2024 (Brasil, 2024) que institui a educação para a crise climática de forma transversal e interdisciplinar, incentivam a elaboração de materiais direcionados ao enfrentamento da crise e reforçam a responsabilidade do ensino de Ciências na mediação desse debate.

Tratar da crise climática no ensino de Ciências implica lidar com a complexidade dos riscos a ela associados, incluindo os riscos relacionados à perda de biodiversidade. A educação para o risco emerge, nesse sentido, como uma abordagem relevante para compreender problemas caracterizados pela incerteza, pela interdependência entre sistemas e pela

necessidade de decisões informadas em contextos não plenamente controláveis (Veyret, 2007; Renn, 2008; Pietrocola *et al.*, 2021).

A educação para o risco, também denominada educação para a redução do risco de desastres (ERRD) ou *disaster risk reduction education* (DRRE), constitui um campo pedagógico emergente que visa desenvolver capacidades individuais e coletivas para compreender, avaliar e responder a diversas formas de risco em contextos de crescente incerteza ambiental, social e tecnológica (Carvalho *et al.*, 2022). Fundamentada teoricamente no conceito de "sociedade de risco" de Ulrich Beck, essa abordagem educacional reconhece que as sociedades contemporâneas são cada vez mais organizadas em torno da produção, distribuição e gestão de riscos, exigindo que os sistemas educacionais preparem os aprendizes para lidar com incertezas, exercer reflexividade e engajar-se em tomadas de decisão críticas sob condições de informação incompleta (Carvalho *et al.*, 2022; Hope; Oliver, 2005).

Argumenta-se que o ensino de Ciências, ao incorporar uma perspectiva de educação para o risco e ao tratar a conservação da biodiversidade no contexto da crise climática, pode assumir um papel estruturante na formação de sujeitos capazes de compreender, interpretar e atuar frente a problemas socioambientais complexos, desde que ancorado em referenciais conceituais consistentes e em abordagens didáticas que reconheçam o ser humano como parte constitutiva dos sistemas socioecológicos.

Assim, a tese defendida neste trabalho é de que a abordagem da crise climática, em sua complexidade, e dos riscos associados a ela, em específico a perda de biodiversidade, no ensino de Ciências necessita de clareza conceitual e epistemológica dos conceitos estruturantes da conservação da biodiversidade bem como da articulação das múltiplas dimensões dos riscos envolvidos.

Diante desse cenário, esta tese tem como objetivo geral compreender os significados atribuídos aos conceitos estruturantes da conservação da biodiversidade e aos riscos associados à crise climática, com vistas à proposição de referenciais para um ensino de Ciências orientado pela complexidade e pela educação para o risco. Para tanto, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

(i) Identificar como os conceitos estruturantes associados à proteção da biodiversidade (conservação, preservação e restauração) têm sido utilizados na literatura científica recente, mapeando suas definições, usos e articulações conceituais;

(ii) Verificar como a sociedade compreende e atribui significado a esses conceitos estruturantes em contextos marcados pela complexidade da crise climática, em cenários

distintos (Brasil e Canadá), evidenciando aproximações, distanciamentos e tensões em relação às definições normativas;

(iii) Examinar como os riscos associados à crise climática e à perda da biodiversidade são abordados, reconhecidos e interpretados socialmente, no Brasil e no Canadá, considerando diferentes tipos de risco (ambiental, tecnológico, econômico, geossistêmico e social) e suas interrelações; e,

(iv) Analisar e sistematizar proposições didáticas presentes na literatura científica educacional que abordam a conservação da biodiversidade no contexto da crise climática, categorizando-as segundo suas dimensões conceituais (antrópica, biológica e geossistêmica), associando a tipos de riscos.

Salienta-se que a proposição resultante desta tese não se configura como um modelo prescritivo, mas como um referencial didático que pode orientar práticas de ensino comprometidas com a Alfabetização Científica no contexto da crise climática, tendo em vista que compreender como diferentes públicos atribuem significados aos conceitos estruturantes da conservação da biodiversidade, como percebem os riscos associados à crise climática e como esses elementos tem sido tratados na produção acadêmica em educação pode contribuir para qualificar as práticas de ensino.

De acordo com Schaller (2007), os problemas relacionados ao enfrentamento à crise climática e à conservação da biodiversidade são mais sociais e econômicos do que científicos, ou seja, a pesquisa científica é a parte mais fácil de ser realizada. O desafio consiste na transposição do universo científico de dados, conclusões, previsões e propostas para a execução e a tomada de decisões práticas, pois estas envolvem ambiguidade moral, o que ressalta a importância da aproximação da comunidade científica às demais esferas sociais (Miani, 2017).

Isto posto, considerando-se a abrangência dos objetivos específicos propostos, optou-se por dividir esta pesquisa em estudos, um para cada objetivo específico definido, e, por conseguinte, o texto desta tese de doutoramento foi organizado no formato *multipaper*, sendo composto por quatro estudos - artigos científicos - independentes, porém interconectados, que se articulam para a construção das discussões e das proposições finais do trabalho.

Inicialmente, apresenta-se uma seção composta pela fundamentação teórica geral, que sustenta os referenciais adotados ao longo da pesquisa, e uma seção descrevendo a metodologia geral, que descreve o percurso investigativo, os procedimentos de coleta e análise de dados e as opções metodológicas que orientam o conjunto da pesquisa.

A quarta seção deste trabalho corresponde ao primeiro estudo, Artigo 1, intitulado “*Conceitos estruturantes para proteção da biodiversidade: uma revisão sistemática sobre*

conservação, preservação e restauração”, e busca reconhecer como os conceitos de conservação, preservação e restauração da biodiversidade são definidos e mobilizados na produção científica recente, identificando níveis de clareza conceitual, aproximações com a crise climática e implicações epistemológicas dessas escolhas.

A quinta seção, referente ao segundo estudo, Artigo 2, intitulado “*Conservação da biodiversidade e concepções sociais: uma análise comparativa no Brasil e no Canadá*”, busca verificar como diferentes públicos compreendem e atribuem significado aos conceitos estruturantes da conservação da biodiversidade, buscando identificar convergências, divergências e tendências contextuais, a partir de uma análise comparativa entre participantes do Brasil e do Canadá.

A sexta seção, correspondente ao terceiro estudo, Artigo 3, intitulado “*Riscos associados à crise climática e a percepção nas sociedades brasileira e canadense*”, analisa como a sociedade percebe e categoriza os riscos associados às consequências da crise climática, com ênfase nos impactos sobre a biodiversidade, utilizando como referência tipologias de risco e comparando respostas de diferentes contextos nacionais.

E a sétima seção apresenta o quarto estudo, que constitui o Artigo 4, intitulado “*Crise climática, conservação da biodiversidade e educação para o risco: uma análise das propostas didáticas no ensino de Ciências*”, e busca examinar como a produção acadêmica da área de Ensino em Ciências articula a crise climática, a conservação da biodiversidade e a educação para o risco, identificando em propostas didáticas dimensões conceituais mobilizadas (antrópica, biológica e geossistêmica) e abordagens de risco presentes.

Por fim, a tese apresenta uma seção de Considerações Finais, na qual são articuladas as discussões dos quatro artigos, evidenciando suas contribuições conjuntas para a compreensão da complexidade da crise climática e da conservação da biodiversidade no ensino de Ciências, bem como para a proposição de elementos a serem considerados em práticas educativas alinhadas à educação para o risco. A seção Referências reúne todas as obras citadas ao longo do trabalho.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo abordar uma temática ampla e complexa: a intersecção entre a crise climática e o ensino de ciências. Como a crise climática é sistêmica, foi adotado um recorte de causas e consequências da crise, relacionada principalmente ao ensino de ciências e biologia, que é a conservação da biodiversidade, com intuito de contribuir, com os achados da pesquisa, para um avanço do ensino de ciências em direção a formação de cidadãos capazes de lidar com cenários de riscos e incertezas, frente à complexidade dos problemas, o que adicionou um terceiro elemento ao diagrama de temáticas e suas intersecções.

Para essa investigação, foi proposto o objetivo de compreender os significados atribuídos aos conceitos estruturantes da conservação da biodiversidade e aos riscos associados à crise climática. A pesquisa foi constituída por quatro estudos, além da etapa de busca e fundamentação teórica, que norteou sua proposição. Os resultados dos estudos permitiram aproximação com a tese: a abordagem da crise climática é complexa e envolvida com riscos, o que inclui o risco da perda de biodiversidade, e no ensino de ciências isso exige preocupação com a clareza conceitual e epistemológica dos conceitos estruturantes do campo e da articulação dos múltiplos riscos envolvidos.

O primeiro estudo parte da identificação de que ao se falar sobre proteção da biodiversidade, como para o desenvolvimento de uma política pública que impacte a biodiversidade de uma região, há uma pluralidade de interesses, visões de mundo e, portanto, de sentidos envolvidos na construção da ideia. Os conceitos envolvidos no campo são flutuantes, ou seja, possuirão sentidos e significados diversos a depender do contexto em que são utilizados e do contexto de quem os mobiliza.

A investigação proposta consistiu em identificar, em um recorte de trabalhos científicos relacionados à proteção da biodiversidade, como os conceitos conservação, preservação e restauração estão sendo usados academicamente e se a proteção da biodiversidade tem sido trabalhada considerando o momento crítico atual de crise climática e o papel do ser humano tanto na responsabilização, sendo causa do problema, quanto como agente necessário para a proposição e desenvolvimento de soluções e ações de mitigação.

Foi possível perceber com essa investigação que há um volume grande de trabalhos sendo produzidos anualmente e que as áreas e enfoques das pesquisas variam, sendo este dado expresso na investigação aqui desenvolvida pela diversidade de periódicos científicos nos quais os artigos foram encontrados, o que é um dado promissor, que tanto confirma o caráter multidisciplinar da temática da conservação da biodiversidade quanto indica que os diferentes

setores envolvidos nas tomadas de decisões relacionadas a proteção da biodiversidade estão se mobilizando e buscando desenvolver conhecimentos que fundamentam as práticas e ações.

Dos artigos analisados na investigação, 86,5% não definiram os conceitos estruturantes da área de conservação da biodiversidade que utilizaram, sendo que praticamente a totalidade dos trabalhos utilizavam o conceito de conservação, um pouco menos da metade preservação e um pouco mais de um terço dos trabalhos utilizavam o conceito de restauração. A falta de posicionamento ou esclarecimento do posicionamento teórico pode fragilizar a robustez das conclusões e de suas implicações por conta da polissemia inerente aos conceitos. Portanto, no contexto acadêmico, recomenda-se que as produções explicitem suas bases conceituais e epistemológicas ao abordar tais conceitos. Isso poderá contribuir não somente para um alinhamento das produções e suas conclusões, mas também para evitar as distorções e divergências de aplicações.

Os resultados deste primeiro estudo também indicaram uma compartimentalização entre a abordagem da crise climática e da conservação da biodiversidade, pois essas duas demandas de grande importância para a sociedade não estão sendo tratadas de forma completamente integrada, o que pode fragilizar as proposições de ações de enfrentamento aos problemas. Além disso, a integração dos seres humanos como parte da solução para os problemas enfocados nas investigações foi pouco representativa, apesar de ser expressiva a menção a fatores antrópicos como causas dos problemas.

Os dados obtidos neste primeiro estudo não foram alarmantes quanto a presença de distorções extremas ou de uso inadequado de conceitos, inclusive a presença de menções a medidas de superação a crise que considerem os conhecimentos e práticas tradicionais para restauração e conservação foi um aspecto positivo que evidencia a importância da expansão das investigações que considerem uma reavaliação das relações estabelecidas entre ser humano e ambiente ao longo dos processos de desenvolvimento científico, tecnológico, econômico e urbano.

O segundo estudo aprofundou a investigação ao analisar quais os sentidos atribuídos aos conceitos estruturantes por brasileiros e canadenses parte de grupos sociais distintos. Os resultados obtidos com o uso de um instrumento diagnóstico que utiliza de escala likert e que foi desenvolvido e validado anteriormente, indicam que as concepções são influenciadas pelo contexto biogeográfico dos participantes, por marcos legais, por tradições culturais e por experiências históricas com a conservação, confirmando que esses conceitos são conceitos flutuantes, que possuem significados que dependem e variam de acordo com o contexto.

Os dados indicaram que grupo brasileiro demonstrou maior reconhecimento do papel da ação humana nos processos de conservação, enquanto o grupo canadense demonstrou uma visão predominantemente preservacionista e com a percepção de que a natureza se recupera autonomamente, sem necessidade de intervenção humana ativa. Essas divergências tanto refletem contextos diferentes quanto podem impactar a formulação de políticas públicas e as verificações e monitoramento de estratégias de conservação.

Os resultados deste segundo estudo também indicaram a presença de confusão terminológica quanto ao uso dos conceitos estruturantes, indicando a presença de um cenário semelhante ao identificado no primeiro estudo, o que indica que a confusão terminológica não se restringe ao público leigo, mas permeia, também, o discurso científico especializado.

Considerando o potencial do instrumento diagnóstico e da análise gerada de fornecer um panorama sobre o que está mais claro e o que está apresentando maiores divergências nas compreensões dos cidadãos, é possível reconhecer que o ensino de ciências tem papel essencial na formação dos cidadãos, garantindo uma base teórica e reflexiva que promova reflexão sobre os valores subjacentes às perspectivas de conservação. No ensino de ciências, para se lidar com tais situações, pode ser interessante reconhecer e problematizar as concepções prévias dos estudantes, contextualizando as discussões a partir das realidades locais e promovendo a reflexão crítica sobre os valores subjacentes às diferentes perspectivas de conservação.

O terceiro estudo se dedicou a analisar as percepções sociais dos riscos associados à crise climática, investigando como brasileiros e canadenses, parte de grupos sociais distintos, identificam, reconhecem e nomeiam os riscos associados a eventos climáticos extremos, como queimadas florestais que impactam ambientes com ou sem a presença humana, trazendo impactos que são, portanto, de ordem biológica, ecológica, social, econômica etc.

Os resultados indicaram que nos dois contextos, a percepção dos riscos está mais atrelada a efeitos imediatos, locais e perceptíveis por vivências e pelos sentidos, enquanto impactos globais, cumulativos, sistêmicos e de longo prazo permanecem mais invisibilizados. Essa hierarquização é compatível com a teoria da Sociedade de Risco de Ulrich Beck que afirma que os riscos característicos da modernidade pós-industrial frequentemente escapam à percepção sensorial direta e só se tornam reconhecíveis pela população em geral por meio de mediações científicas, informacionais e educacionais.

A menor expressividade dos riscos industriais e tecnológicos, especialmente no Brasil, onde 53% dos respondentes não os mencionaram, e a invisibilidade dos impactos sociais, econômicos e geopolíticos, com 56% dos participantes brasileiros não os reconhecendo, revelam desafios educacionais, como o desafio de tornar visíveis riscos que não se manifestam

de forma imediata, e como o desafio de promover uma compreensão que articule dimensões ambientais, sociais, econômicas, políticas e culturais na leitura no cenário de riscos climáticos. É neste cenário que a Educação para o Risco surge como uma forma de se pensar na educação que promove alfabetização científica, ambiental, letramento midiático, pensamento sistêmico e complexo, e capacidade crítica de análise das desigualdades na distribuição dos riscos e na capacidade de resposta.

O quarto estudo foi desenvolvido com intuito de aprofundar o entendimento sobre o que é a educação para o risco, como ela se relaciona ao ensino de ciências e o que vem sendo promovido pela comunidade acadêmica na área de ensino/educação na intersecção entre crise climática, ensino de ciências, riscos e conservação da biodiversidade. Compreende-se que a abordagem dos riscos é mediada pelo trabalho com problemas sociocientíficos e que idealmente devem ser abordados considerando suas múltiplas dimensões e complexidade. A investigação foi desenvolvida com o objetivo de identificar quais os tipos de propostas mobilizadas, quais os riscos mencionados e quais as dimensões conceituais que estruturam as abordagens na área de conservação.

Para isso, foi desenvolvida uma revisão sistemática de literatura que trouxe um corpus de 71 artigos para análise. Os resultados indicaram um predomínio de riscos geossistêmicos, econômicos e sociais, a menor incidência de riscos institucionais e tecnológicos, além da recorrência de abordagens biologicamente superficiais e a presença significativa de propostas que reconhecem o ser humano como parte dos sistemas socioecológicos, pelo menos em relação ao que pode ser identificado com a leitura dos trabalhos e identificação de unidades de sentido como trechos e excertos dos textos.

Com base nos resultados da análise desenvolvidas, entende-se que as propostas didáticas mais consistentes para o tratamento da crise climática no ensino de Ciências precisam articular, de modo explícito e equilibrado, três dimensões que o corpus analisado pouco combinou com profundidade: rigor conceitual, integração sistêmica e problematização dos riscos, para que seja possível desenvolver nos estudantes a capacidade de compreender a crise climática em sua complexidade estrutural.

Os quatro estudos, de forma conjunta, indicam a presença de três pontos críticos que merecem atenção do ensino de ciências: a inconsistência conceitual, a fragmentação dos riscos percebidos e a demanda por propostas didáticas sistematizadas e reflexivas.

Em relação à inconsistência conceitual, tanto na literatura científica quanto nas concepções sociais, os conceitos estruturantes da conservação da biodiversidade aparecem sendo utilizados

de forma ambígua, intercambiável e contextualmente variável, o que pode comprometer a qualidade do diálogo entre ciência, política e sociedade.

Em relação à fragmentação dos riscos percebidos, em ambos os contextos nacionais investigados, brasileiro e canadense, a percepção dos riscos climáticos permanece conectada a efeitos imediatos e visíveis, aparentando haver uma dificuldade de reconhecer a complexidade de múltiplas dimensões envolvidas nos riscos associados à crise climática que são, sistêmicos e cumulativos.

Em relação à demanda por propostas didáticas sistematizadas e reflexivas, por parecer haver uma lacuna em relação a articulação entre crise climática e ensino, de forma que os riscos envolvidos na crise climática sejam abordados de forma multidimensional, considerando seus diversos aspectos e setores tanto envolvidos quanto afetados, faz-se necessário que sejam produzidos mais estudos que promovam um equilíbrio entre rigor conceitual, integração dos conceitos e a capacidade de formação dos sujeitos para agir frente à crise climática.

A partir do exposto, propõe-se que o ensino de ciências orientado pela complexidade e pela educação para o risco articule clareza conceitual, explicitando as definições dos conceitos estruturantes, com as dimensões antrópicas, biológicas e geossistêmicas, que envolvem cada risco relacionado à conservação da biodiversidade e sua complexidade, reconhecendo assim o ser humano como parte dos sistemas socioecológicos e suas relações com a biodiversidade em todos os seus níveis, além das interconexões entre processos ecológicos, climáticos e sociais.

A abordagem pedagógica da crise climática se beneficiará se avançar para além da informação sobre eventos extremos ou impactos ambientais pontuais e incorporar incerteza, complexidade, ambiguidade moral e tomada de decisão em contextos marcados por desigualdade social.

Para que isso seja possível faz-se necessário o desenvolvimento de abordagens que tornem visíveis os riscos invisibilizados das diferentes dimensões (industriais, tecnológicos, sociais, econômicos e geopolíticos), que articulem escalas locais e globais, e que promovam o reconhecimento das desigualdades na distribuição dos riscos e na capacidade de resposta. Como a percepção dos riscos parte também de elementos locais e vivências, o ensino de Ciências precisa reconhecer e problematizar essa diversidade, contextualizando as discussões a partir das realidades locais dos estudantes.

Esses objetivos e caminhos necessários para o ensino de ciências estão alinhados à expectativa de formação de cidadãos alfabetizados cientificamente. Considerando essa natureza interdisciplinar da conservação da biodiversidade e da crise climática, torna-se necessário desenvolver de forma integrada a capacidade de compreender processos complexos e

reconhecer múltiplas entidades causais em interação, a capacidade de reconhecer interdependências entre sistemas naturais e sociais e a capacidade de avaliar criticamente a qualidade, a confiabilidade e os possíveis vieses das informações sobre riscos ambientais.

É importante reconhecer as limitações da pesquisa aqui desenvolvida que podem impactar tanto a interpretação dos dados quanto a proposição dos encaminhamentos, e que podem iluminar caminhos de pesquisas futuras. A fundamentação teórica do trabalho não se aprofundou no campo da epistemologia ambiental, e não trouxe profundidade às discussões presentes na literatura científica sobre os contrapontos relacionados à teoria da Sociedade de Risco. Estes dois aspectos são relevantes pois podem acarretar uma redução da amplitude de análise dos dados obtidos.

Em relação aos procedimentos de coleta de dados, no primeiro estudo houve a seleção de um recorte temporal restrito e um recorte local, que considerou apenas trabalhos que foram produzidos vinculados ao território brasileiro, o que pode significar que há uma vasta gama de trabalhos não analisada e que podem ser utilizados como referências para uma grande quantidade de pesquisas. Um possível encaminhamento desta investigação é analisar como trabalhos mais citados dos últimos 10 anos abordam os conceitos estruturantes, visto que são tidos como referências e são amplamente populares e muitas vezes utilizados como fundamentação para cursos de formação de professores e profissionais das diversas áreas ambientais.

Em relação aos estudos 2 e 3, embora permitam identificar padrões significativos, não são probabilísticas nem representativas das populações brasileira e canadense em sua totalidade, sendo compostas predominantemente por indivíduos com algum vínculo com instituições de ensino superior. Os contextos geográficos específicos limitam a capacidade de capturar a diversidade de percepções existentes em países territorialmente extensos e culturalmente diversos. Essas limitações indicam um caminho para estudos futuros que ampliem a diversidade geográfica, sociodemográfica e cultural das amostras, incluindo populações rurais, comunidades indígenas, populações diretamente afetadas por eventos climáticos extremos e grupos com diferentes níveis de escolaridade e acesso à informação.

Pesquisas futuras poderiam também investigar os processos de mediação da informação, explorando como diferentes fontes de informação (mídias tradicionais, redes sociais, comunicação científica, experiências pessoais) influenciam a construção das percepções de risco e das concepções sobre conservação da biodiversidade.

Também aparenta ser relevante desenvolver e avaliar de forma prática propostas didáticas que articulem, de forma explícita e equilibrada, as bases norteadoras propostas nesta tese,

investigando seus efeitos sobre a aprendizagem, as concepções e as disposições para a ação dos estudantes. Pesquisas longitudinais que acompanhem a evolução das percepções de risco e das concepções sobre conservação ao longo do tempo, investigando como eventos extremos recorrentes, mudanças nas políticas públicas e estratégias educacionais influenciam essas percepções, poderiam contribuir significativamente para o avanço do campo.

Como defendido pela tese deste trabalho, a crise climática é um problema científico, tecnológico e um problema de civilização, que exige transformações profundas nas formas como percebemos, compreendemos e nos relacionamos com os sistemas naturais e sociais que sustentam a vida no planeta. A educação, principalmente o ensino de Ciências, ocupa um papel estratégico nesse processo de transformação, não como solução única ou suficiente, mas como espaço privilegiado de construção de sentidos, de desenvolvimento de capacidades críticas e de formação de sujeitos capazes de se posicionar e agir diante da complexidade dos desafios contemporâneos. A clareza conceitual e a articulação multidimensional dos riscos são condições de possibilidade para um ensino de Ciências que esteja à altura da complexidade dos desafios que a crise climática impõe à humanidade e que contribua, efetivamente, para a construção de sociedades mais preparadas, resilientes e justas diante das incertezas e dos riscos da modernidade reflexiva.

9 REFERÊNCIAS

- ABATZOGLOU, J. T.; WILLIAMS, A. P. Impact of anthropogenic climate change on wildfire across western US forests. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 113, n. 42, p. 11770-11775, 2016.
- AGRAWALA, S. Context and early origins of the Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climatic Change**, v. 39, p. 605–620, 1998. DOI: 10.1023/A:1005315532386.
- ALEIXANDRE-BENAVENT, R.; ALEIXANDRE-TUDÓ, J. L.; CASTELLÓ-COGOLLOS, L.; ALEIXANDRE, J. L. Trends in global research in deforestation: a bibliometric analysis. **Land Use Policy**, v. 72, p. 293–302, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.12.060>. Acesso em: 17 mar. 2026.
- ALAINATI, S. et al., Transformational leadership in education: a review of literature. **International Social Science Review**, v. 93, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.24940/theijbm/2023/v11/i2/BM2302-016>. Acesso em: 17 mar. 2026.
- ARMITAGE, D. *et al.* Adaptive co-management for social–ecological complexity. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 7, n. 2, p. 95-102, 2007.
- ARTAXO, P. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, v. 34, n. 100, p. 53–66, 2020. DOI: 10.1590/s0103-4014.2020.34100.005.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 1–17, 2001. Disponível em: <http://www2.ufpa.br/ensinofts/artigo4/alfabetismociencia.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2022.
- BABBIE, E. R. **The Practice of Social Research**. 14. ed. Belmont: Cengage Learning, 2016.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BALÉE, W. Cultura na vegetação da Amazônia brasileira. In: NEVES, Walter Alves (Org.). **Biologia e ecologia humana na Amazônia: avaliação e perspectivas**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1989. (Coleção Eduardo Galvão).
- BALVANERA, P.; PASCUAL, U.; CHRISTIE, M.; BAPTISTE, B. Chapter 1: The role of the values of nature and valuation for addressing the biodiversity crisis and navigating towards more just and sustainable futures. In: BALVANERA, P.; PASCUAL, U.; CHRISTIE, M.; BAPTISTE, B. (ed.). **Methodological Assessment Report on the Diverse Values and Valuation of Nature of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services**. Bonn: IPBES Secretaria, p. 1-35, 2022.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BARDSLEY, D. K. Too much, too young? Teachers' opinions of risk education in secondary school geography. **International Research in Geographical and Environmental Education**, v. 26, n. 1, 2017. DOI: 10.1080/10382046.2016.1217075.

BARNES, M. L. *et al.* Navigating climate crises in the Great Barrier Reef. **Global Environmental Change**, v. 74, p. 102494, 2022. ISSN 0959-3780.

BASTOS, F.; LABARCE, E. C.; PEDRO, A. Atividades práticas no ensino escolar de ciências naturais: contribuições para o debate. In: MARQUES, A. F.; GIARDINETTO, J. R. B.; MACHADO, V. (Org.). **O ensino na educação básica: desafios didáticos**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016. p.22-33. (Cadernos de docência na educação básica, 5). ISBN: 978 85-7983-833-0 (Digital). ISBN: 978- 85-7983-834-7 (Impresso).

BECK, U. Climate for Change, or How to Create a Green Modernity? **Theory, Culture & Society**, v. 27, n. 2-3, p. 254-266, 2010.

BECK, U. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade**. Tradução: Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2011.

BECK, Ulrich. **Democracy without Enemies**. Cambridge: Polity Press, 1998.

BECK, Ulrich. **Power in the Global Age: A New Global Political Economy**. Cambridge: Polity Press, 2005.

BECK, Ulrich. **World at Risk**. Cambridge: Polity Press, 2009.

BENNETT, E. M.; PETERSON, G. D.; GORDON, L. J. Understanding relationships among multiple ecosystem services. **Ecology Letters**, v. 12, n. 12, p. 1394-1404, 2009.

BERKES, F. Evolution of co-management: role of knowledge generation, bridging organizations and social learning. **Journal of Environmental Management**, v. 90, n. 5, p. 1692-1702, 2009.

BERKES, F.; FOLKE, C. (ed.). **Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience**. New York: Cambridge University Press, 1998.

BIZZO, N. M. V.; CHASSOT, A. **Ensino de ciências: pontos e contrapontos**. [S.l: s.n.], 2013. Edição Kindle.

BODANSKY, D. The United Nations Framework Convention on Climate Change: a commentary. **Yale Journal of International Law**, v. 18, p. 451-558, 1993.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BORGES, W. B.; OLIVEIRA, A. D.; MÜLLER, E. S. Percepção da biodiversidade: qual a contribuição da educação básica? **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, p. 1-15, 2022.

BORROWS, J. **Recovering Canada: the resurgence of indigenous law**. Toronto: University of Toronto Press, 2002.

BOSCO, E.; FERREIRA, L. Sociedade mundial de risco: teoria, críticas e desafios. *Sociologias*, v. 18, n. 42, p. 232–264, 2016.

BOULANGER, Y. *et al.* An alternative fire regime zonation for Canada. *International Journal of Wildland Fire*, v. 21, p. 1052–1064, 2012.

BRASIL. **Decreto nº 2.652, de 1 de julho de 1998.** Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992. Diário Oficial da União, Brasília, DF, p. 6, 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2652.htm. Acesso em: 10 nov. 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 maio 2012.

BRASIL. **Lei nº 14.926, de 17 de julho de 2024.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2024.

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, Brasília, DF, 28 abr. 1999.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 jul. 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: 10 nov. 2023.

BROCKINGTON, D.; IGOE, J. Eviction for Conservation: A Global Overview. *Conservation and Society*, v. 4, p. 424-470, 2006.

BURKE, M. *et al.* The contribution of wildfire to PM2.5 trends in the USA. *Nature*, v. 622, p. 761-766, 2024.

BUSH, E.; LEMMEN, D. S. (ed.). **Canada's Changing Climate Report.** Ottawa: Government of Canada, 2019. 444 p.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. A emergência da Didática das Ciências como campo específico de conhecimentos. In: CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do Ensino das Ciências.** São Paulo: Cortez, p. 187-232, 2005.

CADMAN, R.; MACDONALD, B. H.; SOOMAI, S. S. Sharing victories: Characteristics of collaborative strategies of environmental non-governmental organizations in Canadian marine conservation. *Marine Policy*, v. 115, 2020. DOI: 10.1016/j.marpol.2020.103862.

CANADA. **Migratory Birds Convention Act**, S.C. 1994, c. 22.

CARVALHO, L. M. *et al.* Educação para o Risco: contribuições da complexidade, da reflexividade e das produções socioambientais. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 17, n. 1, 2022. DOI: 10.18675/2177-580x.2021-16508.

CBD (Convention on Biological Diversity). **Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework**. Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. 15/4. Montreal: CBD, 2022. Disponível em: <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-04-en.pdf>. Acesso em 12 de janeiro de 2025.

CHANG, C.-H.; PASCUA, L. Uncovering the nexus between scientific discourse and school geography in Singapore students' understanding of climate change. **Research in Geographic Education**, v. 16, p. 41-56, 2014.

CHAPIN, M. A Challenge to Conservationists. **World Watch Magazine**, v. 17, n. 6, p. 17–32, 2004.

CHASSOT, A. Propondo sementeiras. In: BIZZO, N. M. V.; CHASSOT, A. **Ensino de ciências: pontos e contrapontos**. [S.l.: s.n.], 2013. Edição Kindle.

CHRISTENSEN, C. Risk and school science education. **Studies in Science Education**, v. 45, n. 2, p. 205–223, 2009. DOI: 10.1080/03057260903142293.

CIANCONI, P.; BETRÒ, S.; JANIRI, L. The Impact of Climate Change on Mental Health: A Systematic Descriptive Review. **Frontiers in Psychiatry**, v. 11, p. 74, 2020. DOI: 10.3389/fpsy.2020.00074.

CLAYTON, S. Climate anxiety: Psychological responses to climate change. **Journal of Anxiety Disorders**, v. 74, p. 102263, 2020. DOI: 10.1016/j.janxdis.2020.102263.

COATES, T. Educational hazards? The politics of disaster risk education in Rio de Janeiro. **Disasters**, v. 45, n. 1, 2021. DOI: 10.1111/DISA.12399.

COHEN, J. M. *et al.* The thermal mismatch hypothesis explains host susceptibility to an emerging infectious disease. **Ecology Letters**, v. 20, n. 2, p. 184-193, 2016.

CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (UNFCCC). **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Nova Iorque: Organização das Nações Unidas, 1992. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>.

COSEWIC (COMMITTEE ON THE STATUS OF ENDANGERED WILDLIFE IN CANADA). **Canadian wildlife species at risk**. Ottawa: COSEWIC, 2022.

CRESWELL, J. W.; PLANO CLARK, V. L. **Designing and conducting mixed methods research**. 3. ed. Los Angeles: SAGE, 2017. 520 p.

CUNHA, R. B. Alfabetização científica ou letramento científico?: Interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, n. 68, p. 169–186, 2017. DOI: 10.1590/S1413-24782017226809.

CUNHA, R. B. O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, n. 1, p. 27–41, 2018. DOI: 10.1590/1516-731320180010003.

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DENEVAN, W. M. The Pristine Myth: The Landscape of the Americas in 1492. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 82, p. 369-385, 1992. DOI: 10.1111/j.1467-8306.1992.tb01965.x.

DÍAZ, S. *et al.* The IPBES Conceptual Framework — connecting nature and people. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 14, p. 1-16, 2015. DOI: 10.1016/j.cosust.2014.11.002.

DIEGUES, A. C. **Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos**. 2. ed. São Paulo: NUPAUB-USP: Hucitec: Annablume, 2000.

DIEGUES, A. C. S. **O mito moderno da natureza intocada**. 6. ed. ampliada. São Paulo: Hucitec: Nupaub-USP/CEC, 2008.

DOS SANTOS, J. F. Desafios da conservação da biodiversidade no Brasil. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 2, n. 3, p. 48-48, 2021.

DOUCET, T. C. *et al.* Characterizing Non-governmental Organizations and Local Government Collaborations in Urban Forest Management Across Canada. **Environmental Management**, v. 73, p. 231–242, 2024. DOI: 10.1007/s00267-023-01889-8.

DUKE, N. K.; BECK, S. W. Research news and comment: Education should consider alternative formats for the dissertation. **Educational Researcher**, v. 28, n. 3, p. 31-36, 1999.

DUNLAP, R. E.; MCCRIGHT, A. M. The politicization of climate change and polarization in the American public's views of global warming, 2001–2010. **Sociological Quarterly**, v. 52, p. 155-194, 2011. DOI: 10.1111/j.1533-8525.2011.01198.x.

DURIGAN, G. *et al.* Estrutura e diversidade do componente arbóreo da floresta na Estação Ecológica de Caetetus. **Revista Árvore**, v. 31, n. 3, p. 517-528, 2007.

DURIGAN, G. *et al.* Fitossociologia e evolução temporal da floresta estacional semidecidual. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 4, p. 629-640, 2004.

ECOLOGICAL STRATIFICATION WORKING GROUP. **A national ecological framework for Canada**. Ottawa: Agriculture and Agri-Food Canada, 1995.

EKINSMYTH, C. Professional Workers in a Risk Society. **Transactions of the Institute of British Geographers**, v. 24, n. 3, p. 353–366, 1999. DOI: 10.1111/j.0020-2754.1999.00353.x.

ERVITI, M. C.; LEÓN, B. Science in pictures: Visual representation of climate change in Spain's television news. **Public Understanding of Science**, v. 24, n. 2, p. 183-199, 2015. DOI: 10.1177/0963662513500196.

FALBO, R. N.; KELLER, R. J. Sociedade de Risco: Avanços e Limites da Teoria de Ulrich Beck. **Revista Quaestio Iuris**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 1992-2015, 2015.

FELDMAN, H. R.; RADULOVIĆ, B. V.; AHMAD, F. Callovian (Middle Jurassic) Sphriganaria (Brachiopoda) from the Jordan Valley (Middle East). **Historical Biology**, 2022. DOI: 10.1080/08912963.2022.2122823.

FIELD, A. **Discovering Statistics Using SPSS**. London: Sage Publications, 2009.

FILKOV, A. I.; NGO, T.; MATTHEWS, S.; TELFER, S.; PENMAN, T. D. Impact of Australia's catastrophic 2019/20 bushfire season on communities and environment: retrospective analysis and current trends. **Journal of Safety Science and Resilience**, v. 1, n. 1, p. 44–56, 2020. DOI: 10.1016/j.jnlssr.2020.06.009.

FITZSIMONS, J. A.; WESCOTT, G. The role of multi-tenure reserve networks in improving reserve systems. **Landscape and Urban Planning**, v. 85, n. 3-4, p. 163-173, 2008.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 405 p.

FRANCO, J. L. A. O conceito de biodiversidade e a história da biologia da conservação: da preservação da wilderness à conservação da biodiversidade. **História**, v. 32, n. 2, p. 21-48, 2013.

FRANTA, B. Early oil industry knowledge of CO2 and global warming. **Nature Climate Change**, v. 8, n. 12, p. 1024-1025, 2018.

FURTADO, C. **O mito do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Ubu Editora, 2025.

GANEM, R. S. **Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas**. 2. ed. Brasília, DF: Edições Câmara, 2011.

GANEM, R. S.; DRUMMOND, J. A. Biologia da conservação: as bases científicas da proteção da biodiversidade. In: GANEM, R. S. (org.). **Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas**. Brasília: Edições Câmara, 2011. 437 p.

GIDDENS, A. **As consequências da modernidade**. São Paulo: Editora Unesp, 1991.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GORDON, D. L. A.; SCOTT, M. Ottawa-Gatineau: coping with population decline in Canada's capital. **Urban Geography**, v. 29, n. 5, p. 435-459, 2008.

GOUGH, D.; OLIVER, S.; THOMAS, J. Introducing systematic reviews. In: GOUGH, D.; OLIVER, S.; THOMAS, J. (org.). **An introduction to systematic reviews**. 2. ed. London: Sage, p. 1-18, 2017.

GOVERNMENT OF CANADA. **Pathway to Canada Target 1**. 2022. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

GOVERNMENT OF CANADA. **Species at Risk Act (SARA)**. 2002. Disponível em: <https://laws-lois.justice.gc.ca/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

GOVERNMENT OF ONTARIO. **Endangered Species Act (ESA)**. 2007. Disponível em: <https://www.ontario.ca/laws/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

GOVERNMENT OF ONTARIO. **Provincial Parks and Conservation Reserves Act**. 2006. Disponível em: <https://www.ontario.ca/laws/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

GOVERNMENT OF ONTARIO. **The Ontario Curriculum: Science**. 2022. Disponível em: <https://www.dcp.edu.gov.on.ca/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

GROOM, M. J.; MEFFE, G. K.; CARROLL, C. R. (Eds.). **Principles of Conservation Biology**. 3. ed. Massachusetts: Sinauer Associates, 2006.

GUIMARÃES, M. **A formação de educadores ambientais**. Campinas: Papirus, 2004.

HODSON, D. **Teaching and Learning about Science: Language, Theories, Methods, History, Traditions and Values**. Rotterdam: SensePublishers, 2009.

HOEGH-GULDBERG, O. *et al.* The human imperative of stabilizing global climate change at 1.5°C. **Science**, v. 365, n. 6459, eaaw6974, 2019.

HOPE, A. *et al.* **Risk, Education and Culture**. [S.l.: s.n.], 2005.

HOUGHTON, J. T.; JENKINS, G. J.; EPHRAUMS, J. J. (ed.). **Climate change: the IPCC scientific assessment**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

IPBES (INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES). **Global assessment report on biodiversity and ecosystem services**. Bonn: IPBES Secretariat, 2019. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>

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. Geneva: IPCC, 2007.

IPCC. **Climate Change 2014: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC, 2014.

IPCC. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. DOI: 10.1017/9781009157896.

IPCC. **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

IPCC. **Global Warming of 1.5°C**. [S. l.]: IPCC, 2018. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_Low_Res.pdf. Acesso em: 11 nov. 2023.

IPCC. **Sixth Assessment Report: Climate Change 2023**. Geneva: IPCC, 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>. Acesso em: 09 fev. 2024.

IUCN (INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE). **Governance of Protected Areas: From understanding to action**. Gland: IUCN, 2013.

IUCN (INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE). **World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development**. Gland: IUCN/UNEP/WWF, 1980.

JACOBI, P. R. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 189-205, 2003.

JONES, M. W. *et al.* Global and regional trends and drivers of fire under climate change. **Reviews of Geophysics**, v. 60, n. 3, e2020RG000726, 2022.

KEDDY, C.; DRUMMOND, F. A. **Ecological land classification of the National Capital Area**. Ottawa: National Capital Commission, 1996.

KRASILCHIK, M. Biologia: ensino prático. In: CALDEIRA, A. M. A.; NABUCO, E. S. N. **Introdução à didática da biologia**. São Paulo: Escrituras, p. 249-258, 2009.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2007.

KRONKA, F. J. N. *et al.* **Inventário florestal da vegetação natural do estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2005.

LE TREUT, H. *et al.* Historical Overview of Climate Change. In: SOLOMON, S. *et al.* (ed.). **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. São Paulo: Cortez, 2000.

LEMENAGER, S. The commons. In: COHEN, J.; FOOTE, S. (org.). **The Cambridge companion to environmental humanities**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 11-25, 2021.

LEVIN, K. *et al.* Overcoming the Tragedy of Super Wicked Problems: Constraining Our Future Selves to Ameliorate Global Climate Change. **Policy Sciences**, v. 45, p. 123-152, 2012. DOI: 10.1007/s11077-012-9151-0.

LEVINSON, R. *et al.* Risk-based decision making in a scientific issue: A study of teachers discussing a dilemma through a microworld. **Science Education**, v. 96, n. 2, p. 212–233, 2012.

LIKERT, R. A Technique for the Management of Attitudes. **Archives of Psychology**, v. 22, p. 1-55, 1932.

LONGO, J. M.; FISCHER, J. M.; CAMARGO, E.; SANTOS, G. Occurrence of *Vampyressa pusilla* (Chiroptera, Phyllostomidae) in Southern Pantanal. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 1–4, 2007.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 1–17, 2001. Disponível em: <http://www2.ufpa.br/ensinofts/artigo4/alfabetismociencia.pdf>.

LOUREIRO, C. F. B. **Sustentabilidade e educação: um olhar da ecologia política**. São Paulo: Cortez, 2012.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MAHECHA, M. D. *et al.* Biodiversity and climate extremes: Known interactions and research gaps. **Earth's Future**, 2024. DOI: 10.1029/2023EF003963.

MANGUEIRA, R. de S. **Queimadas na Amazônia 2020: um estudo sobre as causas e consequências em longo prazo**. Patos: Instituto Federal da Paraíba, 2021. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal da Paraíba, Patos, 2021.

MAXWELL, S. L. *et al.* Conservation implications of ecological responses to extreme weather and climate events. **Diversity and Distributions**, v. 25, n. 4, p. 613-625, 2019.

MEGLHIORATTI, F. A. **O conceito de organismo: uma introdução à epistemologia do conhecimento biológico na formação de graduandos de biologia**. 2009. 254 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauru, 2009.

MEINE, C.; SOULÉ, M.; NOSS, R. E. "A mission-driven discipline": the growth of conservation biology. **Conservation Biology**, v. 20, n. 3, p. 631-651, 2006. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2006.00449.x.

MENDES, J. M. **Sociologia do risco: uma breve introdução e algumas lições**. Coimbra: Coimbra University Press, 2015.

MERRIAM-WEBSTER. **Merriam-Webster: America's Most Trusted Dictionary**. 2025. Disponível em: <https://www.merriam-webster.com/>. Acesso em: 17 set. 2025.

METZGER, J. P. *et al.* Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1166-1177, 2009.

- MIANI, C. S. **Um estudo sobre a conservação da biodiversidade com futuros professores de biologia**. 2017. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauru, 2017.
- MICHAELIS. **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. São Paulo: Editora Melhoramentos, 2021. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/>. Acesso em: 17 set. 2025.
- MITTERMEIER, R. A. *et al.* Biodiversity Hotspots and Major Tropical Wilderness Areas: Approaches to Setting Conservation Priorities. **Conservation Biology**, v. 12, n. 3, p. 516–520, 1998. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2387233>.
- MONASTERSKY, R. Climate crunch: a burden beyond bearing. **Nature**, v. 458, n. 7242, p. 1091-1094, 2009. DOI: 10.1038/4581091a.
- MONROE, M. C. *et al.* Identifying effective climate change education strategies: a systematic review of the research. **Environmental Education Research**, v. 25, n. 6, p. 791–812, 2019. DOI: 10.1080/13504622.2017.1360842.
- MORIN, E. **Ensinar a viver**: manifesto para mudar a educação. Tradução: Edgard de Assis Carvalho e Mariza Perassi Bosco. Porto Alegre: Sulina, 2015.
- MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, p. 32–46, 2014.
- MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.
- NAPOLEON, V. Aboriginal self determination: individual self and collective selves. **Atlantis**, v. 29, n. 2, p. 31-46, 2005.
- NASH, V. Building communities: Civic renewal and public policy. **New Economy**, v. 8, p. 52-54, 2001. DOI: 10.1111/1468-0041.00183.
- NATURAL RESOURCES CANADA. **Canadian Wildland Fire Information System: 2023 season summary**. 2024. Disponível em: <https://cwfis.cfs.nrcan.gc.ca/>. Acesso em: 20 jan. 2025.
- NERLICH, B. 'Low carbon' metals, markets and metaphors: the creation of economic expectations about climate change mitigation. **Climatic Change**, v. 110, n. 1-2, p. 31-51, 2012.
- NERY, E. R. A. *et al.* O conceito de restauração. **Revista Caititu**, n. 1, p. 43-56, 2013.
- NOSS, R. F. *et al.* Bolder thinking for conservation. **Conservation Biology**, v. 29, n. 1, p. 9-13, 2015.

OLIVEIRA, E.; NUNES, N. L. A.; COSTA, J. C. Biodiversidade e saúde: priorizando ações para inclusão produtiva, desenvolvimento territorial e conservação ambiental. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 29, e12882022, 2024.

OPAS/OMS. **Brasil**. 2022. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/brasil>. Acesso em: 17 set. 2025.

OPPENHEIMER, M. The discovery of climate change. In: THUNBERG, G. (org.). **The climate book**. New York: Penguin Books, 2023.

ORESQUES, N. **The Collapse of Western Civilization: A View from the Future**. New York: Columbia University Press, 2014.

ORESQUES, N.; CONWAY, E. M. **Merchants of doubt**: how a handful of scientists obscured the truth on issues from tobacco smoke to global warming. New York: Bloomsbury Press, 2010.

OSBORNE, J.; MILLAR, R. **Beyond 2000**: Science Education for the Future. London: King's College London, School of Education, 1998.

OSTROM, E. A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. **Science**, v. 325, p. 419-422, 2009. DOI: 10.1126/science.1172133.

OXFORD ENGLISH DICTIONARY. **Oxford English Dictionary**. Oxford: Oxford University Press, 2025. Disponível em: <https://www.oed.com>. Acesso em: 17 mar. 2026.

PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, 2021. DOI:10.1136/bmj.n71

PARISIEN, M. A. *et al.* Abrupt, climate-induced increase in wildfires in British Columbia since the mid-2000s. **Communications Earth & Environment**, v. 4, n. 309, 2023. DOI: 10.1038/s43247-023-00977-1.

PARKS CANADA AGENCY; CANADIAN PARKS COUNCIL. **Principles and guidelines for ecological restoration in Canada's protected natural areas**. Gatineau: Parks Canada Agency, 2008.

PARKS CANADA. **Standards and Guidelines for the Conservation of Historic Places in Canada**. 2. ed. Ottawa: Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2010.

PASHER, J. *et al.* Assessing forest fragmentation in Ontario. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 185, n. 5, p. 4037-4054, 2013.

PELLEGRINI, A. F. A. *et al.* Decadal changes in fire frequencies shift tree communities and functional traits. **Nature Ecology & Evolution**, v. 6, p. 504-512, 2022.

PEREIRA, H. M. *et al.* Global trends and scenarios for terrestrial biodiversity and ecosystem services from 1900 to 2050. **Science**, v. 374, n. 6572, p. 1-10, 2021.

PEREIRA, H. M. *et al.* Scenarios for Global Biodiversity in the 21st Century. **Science**, v. 330, p. 1496-1501, 2010. DOI: 10.1126/science.1196624.

PETTICREW, M.; ROBERTS, H. **Systematic reviews in the social sciences: A practical guide**. Oxford: Blackwell Publishing, 2006. DOI: 10.1002/9780470754887.

PIETROCOLA, M. *et al.* Risk Society and Science Education. **Science & Education**, 2021. DOI: 10.1007/s11191-021-00231-0.

PIETROCOLA, M.; SOUZA, C. R. A sociedade de risco e a noção de cidadania: desafios para a educação científica e tecnológica. **Linhas Críticas**, Brasília, DF, v. 25, p. e19844, 2019. DOI: 10.26512/lc.v25.2019.19844.

PINTO, J.; GUTSCHE, R. E., Jr.; PRADO, P. (org.). **Climate change, media & culture: critical issues in global environmental communication**. [S.l.]: Emerald Publishing, 2019. DOI: 10.1108/9781787699670.

PIRATELLI, A. J.; FAVORETTO, G. R.; MAXIMIANO, M. F. de A. Bird community responses to anthropogenic disturbances in Brazilian Cerrado. **Zoologia**, v. 32, n. 6, p. 485-493, 2015. DOI: 10.1590/S1984-46702015000600002.

PIVOTO, A. S. *et al.* Serviços ecossistêmicos culturais em áreas protegidas: uma revisão da literatura. **CULTUR**, v. 16, n. 1, 2022.

PLUTZER, E. *et al.* Climate confusion among U.S. teachers. **Science**, v. 351, p. 664-665, 2016. DOI: 10.1126/science.aab3907.

PÖRTNER, H.-O. *et al.* **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Summary for Policymakers. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

PÖRTNER, H.-O. *et al.* Overcoming the coupled climate and biodiversity crises and their societal impacts. **Science**, v. 380, n. 6642, eabl4881, 2023. DOI: 10.1126/science.abl4881.

PRIMACK, R. B. **Essentials of Conservation Biology**. 5. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2010.

PUK, T. G.; BEHM, D. The diluted curriculum: the role of government in developing ecological literacy as the first imperative in Ontario secondary schools. **Canadian Journal of Environmental Education**, v. 8, p. 217-232, 2003.

RANTANEN, M. *et al.* The Arctic has warmed nearly four times faster than the globe since 1979. **Communications Earth & Environment**, v. 3, n. 168, 2022.

RAO, M. P. *et al.* Approaching a thermal tipping point in the Eurasian boreal forest at its southern margin. **Communications Earth & Environment**, v. 4, n. 1, p. 247, 2023. DOI: 10.1038/s43247-023-00910-6.

RATCLIFFE, M.; GRACE, M. **Science Education for Citizenship: Teaching Socio-Scientific Issues**. New York: McGraw-Hill Education, 2003.

REDFORD, K. H.; RICHTER, B. Conservation of Biodiversity in a World of Use. **The Endangered Species UPDATE**, v. 18, n. 1, p. 02-05, 2001.

REINALDO, T. A. S.; VICENTE, L. P.; FREITAS SILVEIRA, A.; DALL'ACQUA AYRES, A.; DA ROCHA BRANDO, F.; CALDEIRA, A. M. de A. Epistemologia do ambiente para a conservação da biodiversidade: validação de um instrumento diagnóstico. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 19, n. esp. 1, e024054, 2024. DOI: 10.21723/riace.v19iesp.1.18416.

RENN, O. **Risk Governance: Coping with Uncertainty in a Complex World**. London: Earthscan, 2008.

RIBEIRO, M. C. *et al.* The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009. DOI: 10.1016/j.biocon.2009.02.021.

RIPPLE, W. J. *et al.* World Scientists' Warning of a Climate Emergency 2021. **BioScience**, v. 71, n. 9, p. 894-898, 2021. DOI: 10.1093/biosci/biab079.

RITTEL, H. W. J.; WEBBER, M. M. Dilemmas in a general theory of planning. **Policy Sciences**, v. 4, p. 155-169, 1973. DOI: 10.1007/BF01405730.

ROBINNE, F.-N. *et al.* The 2023 Canadian wildfire season. **Nature Climate Change**, v. 14, p. 102-104, 2024.

ROMÁN-PALACIOS, C.; WIENS, J. J. Recent responses to climate change reveal the drivers of species extinction and survival. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 117, n. 8, p. 4211-4217, 2020.

ROWE, J. S. **Forest regions of Canada**. Ottawa: Canadian Forestry Service, 1972.

SADLER, T. D. Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, p. 513-536, 2004. DOI: 10.1002/tea.20009.

SADLER, T. D. **Socio-scientific issues in the classroom: teaching, learning and research**. Dordrecht: Springer, 2011. DOI: 10.1007/978-94-007-1159-4.

SALA, O. E. *et al.* Global biodiversity scenarios for the year 2100. **Science**, v. 287, n. 5459, p. 1770-1774, 2000. DOI: 10.1126/science.287.5459.1770.

SANDBROOK, C. What is conservation? **Oryx**, v. 49, n. 4, p. 565-566, 2015. DOI: 10.1017/S0030605315000952.

SANTOS, R. M.; BAKHSHOODEH, R. Climate change/global warming/climate emergency versus general climate research: comparative bibliometric trends of publications. **Heliyon**, v. 7, n. 11, e08219, 2021. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e08219.

SÃO PAULO (Estado). **Lei nº 13.798, de 9 de novembro de 2009**. Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas. Diário Oficial do Estado, São Paulo, 10 nov. 2009.

SÃO PAULO (Estado). **Sistema de Informação e Gestão de Áreas Protegidas (SIGAP)**. 2023. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

SARKAR, S. Wilderness preservation and biodiversity conservation—keeping divergent goals distinct. **BioScience**, v. 49, n. 5, p. 405-412, 1999.

SARKAR, S. **Biodiversity and Environmental Philosophy: an introduction to the issues**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

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

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 41-61, 2019.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID254/v16_n1_a2011.pdf.

SCHALLER, G. B. **A Naturalist and Other Beasts: Tales from a life in the field**. San Francisco: Sierra Club Books, 2007.

SELBY, D.; KAGAWA, F. **Redução do risco de desastres no currículo escolar: estudo de casos de trinta países**. Genebra: UNICEF, 2012. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002205/220517por.pdf>. Acesso em: 26 out. 2023.

SHARMA, A. Global Climate Change: What has Science Education Got to Do with it? **Science & Education**, v. 21, p. 33-53, 2012.

SHEPARDSON, D. P. *et al.* Students' conceptions about the greenhouse effect, global warming, and climate change. **Climatic Change**, v. 104, p. 481–507, 2011. DOI: 10.1007/s10584-009-9786-9.

SIEGEL, S.; CASTELLAN JR., N. J. **Estatística Não-Paramétrica para Ciências do Comportamento**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SOULÉ, M. E. What is Conservation Biology? A new synthetic discipline addresses the dynamics and problems of perturbed species, communities, and ecosystems. **BioScience**, v. 35, n. 11, p. 727–734, 1985. DOI: 10.2307/1310054.

SPEARMAN, C. General Intelligence, Objectively Determined and Measured. **The American Journal of Psychology**, v. 15, p. 201-292, 1904. DOI: 10.2307/1412107.

SPINIELI, A. L. P.; SOUZA NETO, C. C. de. A concepção do risco nas teorias sociológicas de Ulrich Beck e Anthony Giddens. **Publicatio UEPG: Ciências Sociais Aplicadas**, v. 27, n. 3, p. 383–394, 2019.

SPINK, A.; WAGNER, I.; ORROCK, P. Common reported barriers and facilitators for self-management in adults with chronic musculoskeletal pain: A systematic review of qualitative studies. **Musculoskeletal Science & Practice**, v. 56, p. 102433, 2021. DOI: 10.1016/j.msksp.2021.102433.

STRAUSS, A.; CORBIN, J. **Pesquisa qualitativa: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento da teoria fundamentada**. Porto Alegre: Artmed, 1990.

SUPRAN, G.; RAHMSTORF, S.; ORESKES, N. Assessing ExxonMobil's global warming projections. **Science**, v. 379, n. 6628, p. 153-162, 2023.

TABER, F.; TAYLOR, L. Climate of concern: a search for effective strategies for teaching children about global warming. **International Journal of Environmental and Science Education**, v. 4, n. 2, p. 97-116, 2009.

TEIXEIRA, E. C. *et al.* Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Study in Atmospheric Fine and Coarse Particles Using Diagnostic Ratios and Receptor Model in Urban/Industrial Region. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 185, p. 9587-9602, 2013. DOI: 10.1007/s10661-013-3276-2.

THACKERAY, S. J. *et al.* Civil disobedience movements such as School Strike for the Climate are raising public awareness of the climate change emergency. **Global Change Biology**, v. 26, p. 1042-1044, 2020. DOI: 10.1111/gcb.14978.

TROMBULAK, S. C. *et al.* Principles of conservation biology: recommended guidelines for conservation literacy from the Education Committee of the Society for Conservation Biology. **Conservation Biology**, v. 18, n. 5, p. 1180-1190, 2004. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2004.01851.x.

TURETSKY, M. R. *et al.* Carbon release through abrupt permafrost thaw. **Nature Geoscience**, v. 13, p. 138-143, 2020. DOI: 10.1038/s41561-019-0526-0.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNDRR). **UNISDR Annual Report 2015: 2014-2015 Biennium Work Programme Final Report**. Geneva: UNDRR, 2016. Disponível em: <https://www.undrr.org/quick/11466>.

VEYRET, Y. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.

WEBB, M. *et al.* Interactive Hazards Education Program for Youth in a Low SES Community: A Quasi-Experimental Pilot Study. **Risk Analysis**, v. 34, n. 10, 2014. DOI: 10.1111/RISA.12217.

WILSON, E. O.; PETER, F. M. (ed.). **Biodiversity**. Washington: National Academies Press, 1988.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **World health statistics 2019**: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. Geneva: WHO, 2019.

WWF-CANADA. **Restoring habitats**. 2022. Disponível em: <https://wwf.ca/habitat/restoringhabitats/>. Acesso em: 17 set. 2025.

ZEIDLER, D. L.; NICHOLS, B. H. Socioscientific Issues: Theory and Practice. **Journal of Elementary Science Education**, v. 21, n. 2, p. 49–58, 2009. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/43155851>.

ZINT, M. Advancing Environmental Risk Education. **Risk Analysis**, v. 21, n. 3, 2001. DOI: 10.1111/0272-4332.213122.