

Mudanças climáticas e justiça socioambiental: formação climática, mediações sociotécnicas e educação ambiental crítica

RESUMO

As mudanças climáticas intensificam desigualdades socioambientais e desafiam práticas educativas convencionais, exigindo abordagens críticas, territorializadas e articuladas às relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Este artigo analisa a mesa-redonda “O Brasil em foco na COP30”, realizada durante a Semana do Meio Ambiente de uma universidade pública municipal do interior paulista, como prática formativa pública mediada por tecnologias digitais. A metodologia combinou transcrição das falas, análise de similitude com apoio do IraMuTeQ e escuta interpretativa do corpus. Os resultados evidenciaram quatro núcleos discursivos: esfera socioeducativa; prática pedagógica e território; justiça climática e governança; e impactos ambientais nos biomas. Conclui-se que a mesa-redonda funcionou como dispositivo sociotécnico de formação climática, ao articular educação ambiental crítica, participação social, saberes territoriais e cidadania socioambiental diante dos desafios da crise climática.

PALAVRAS-CHAVE: Cidadania socioambiental. Análise de similitude. Participação social. Governança ambiental. Formação cidadã.

Willian José Ferreira
Universidade de Taubaté, Taubaté,
São Paulo, Brasil
willian.jferreira@unitau.br

Adriana Massaê Kataoka
Universidade Estadual do Centro
Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil
kataoka@unicentro.br

Edson Trajano Vieira
Universidade de Taubaté, Taubaté,
São Paulo, Brasil
trajano@unitau.br

Gilberto Fernando Fisch
Universidade de Taubaté, Taubaté,
São Paulo, Brasil
gilberto.fisch@unitau.br

Widinei Alves Fernandes
Universidade Federal do Mato
Grosso do Sul, Campo Grande, Mato
Grosso do Sul, Brasil
willian.jferreira@unitau.br

Juliana Marcondes Bussolotti
Universidade de Taubaté, Taubaté,
São Paulo, Brasil
juliana.mbussolotti@unitau.br

INTRODUÇÃO

A intensificação das mudanças climáticas e a multiplicação de eventos extremos revelam a complexidade da crise ecológica global (Gabric, 2023). No Brasil, enchentes, secas, incêndios e contaminações mostram que os impactos não se limitam ao ambiente, mas alcançam dimensões sociais, políticas, econômicas e territoriais (Marengo, 2024). Esses efeitos se distribuem de forma desigual, atingindo com maior severidade populações historicamente vulnerabilizadas (Ferreira; Richetto, 2025). Como alerta Tsing (2016), leituras genéricas do Antropoceno tendem a ocultar tais desigualdades, reforçando a necessidade de compreender a crise climática nas interações entre ciência, tecnologia, sociedade e justiça socioambiental.

A educação ambiental crítica, nesse contexto, emerge como campo estratégico de resistência e formação cidadã, ao enfrentar as contradições do modelo hegemônico de desenvolvimento e promover práticas pedagógicas comprometidas com justiça socioambiental (Guimarães, 2004). Essa perspectiva integra conhecimento científico, saberes territoriais e participação social, em diálogo com epistemologias que valorizam narrativas, memórias e experiências situadas (Steil; Carvalho, 2014). Nesse sentido, como destacam Rodrigues Pinho et al. (2022), práticas formativas enraizadas nos territórios funcionam como espaços de construção de vínculos e sentidos coletivos, fortalecendo pertencimento e ação comunitária diante dos desafios da crise climática.

A complexidade da crise exige também aproximação com o campo Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA), que evidencia como conferências, políticas, plataformas digitais, modelos climáticos e processos participativos integram a definição pública e o enfrentamento dos problemas ambientais. Nesse horizonte, a mesa-redonda “O Brasil em foco na COP30: compromissos climáticos e justiça ambiental no Dia do Meio Ambiente” reuniu docentes-pesquisadores de diferentes regiões em diálogo transdisciplinar sobre justiça climática, governança, educação ambiental crítica e respostas locais à emergência global.

Promovida por uma universidade pública municipal do interior de São Paulo, a atividade extrapolou os limites da academia convencional e se configurou como prática formativa pública mediada por tecnologias digitais. Ao tematizar a COP30, prevista para novembro de 2025 em Belém (PA), os participantes discutiram desigualdades territoriais, participação social, juventudes, comunidades tradicionais e políticas públicas, destacando a centralidade da Amazônia sem reduzir a agenda climática nacional a um único bioma. A mediação dialógica reafirmou princípios de uma pedagogia voltada à escuta, participação e construção coletiva de sentidos (Antonio; Kataoka; Neumann, 2020), consolidando a mesa-redonda como experiência formativa capaz de integrar ciência climática, educação ambiental crítica, governança e justiça socioambiental.

Nesse cenário, indaga-se: quais sentidos pedagógicos, políticos e sociotécnicos emergem de uma prática formativa pública sobre justiça climática no contexto pré-COP30? De que modo a análise das falas e de seus núcleos discursivos contribui para compreender a formação climática como mediação entre ciência, tecnologia, sociedade e cidadania socioambiental?

Este artigo propõe uma análise qualitativa da mesa-redonda, baseada na transcrição das falas, na análise de similitude e na escuta interpretativa,

mobilizando referenciais da educação ambiental crítica, da justiça climática e dos estudos CTSA. O objetivo é compreender como sentidos pedagógicos, políticos e sociotécnicos são produzidos nessa experiência situada, evidenciando suas contribuições para a cidadania climática, a participação social e a aproximação entre ciência, tecnologia e sociedade diante de problemas públicos urgentes.

METODOLOGIA

Esta seção descreve o percurso metodológico adotado no estudo da mesa-redonda realizada no período pré-COP30, compreendida como prática formativa situada e mediada por tecnologias digitais. Nela, apresenta-se o delineamento qualitativo da pesquisa em diálogo com a perspectiva CTSA, caracteriza-se o contexto empírico e a constituição do corpus, detalha-se a cadeia sociotécnica de transcrição e tratamento dos dados e explicitam-se os procedimentos de análise lexical, escuta interpretativa e uso supervisionado de ferramentas de inteligência artificial.

Delineamento da pesquisa e perspectiva CTSA

A pesquisa foi delineada como estudo qualitativo de caráter exploratório-interpretativo, orientado por análise discursiva e pelas mediações sociotécnicas de produção, tratamento e interpretação de dados textuais. Esse delineamento buscou compreender como sentidos pedagógicos, políticos e socioambientais emergem de uma prática formativa pública realizada no contexto da COP30, considerando tanto o conteúdo das falas quanto os dispositivos técnicos, institucionais e comunicacionais que possibilitaram sua circulação, registro, transcrição e análise.

O estudo dialoga com princípios da pesquisa-ação e da educação ambiental crítica, ao tomar uma prática formativa concreta como espaço de interlocução entre sujeitos diversos e de produção compartilhada de sentidos sobre os desafios climáticos contemporâneos (Thiollent, 2011; Loureiro, 2019). O foco concentrou-se na análise interpretativa de uma experiência pública de formação, compreendida como dispositivo pedagógico e sociotécnico.

A mesa-redonda foi compreendida como prática formativa situada, articulando ciência climática, educação ambiental crítica, tecnologias digitais de comunicação, ferramentas computacionais de análise textual e disputas públicas em torno da justiça socioambiental. Essa perspectiva aproxima o estudo do campo CTSA, ao reconhecer que tecnologias, discursos científicos, práticas educativas e formas de participação social são produzidos em contextos históricos, políticos e institucionais específicos.

Dagnino (2014) enfatiza que a produção e a apropriação da tecnologia devem ser analisadas em sua inserção social e política, enquanto Grimes e Feenberg (2013) destacam que as tecnologias incorporam valores, interesses e disputas presentes nas relações sociais. Nesse contexto, a metodologia buscou revelar tanto a dimensão interpretativa da análise quanto a cadeia técnica e social que sustentou a constituição do corpus e a produção dos resultados.

Contexto empírico e constituição do corpus

A análise teve como base a mesa-redonda “O Brasil em foco na COP30: compromissos climáticos e justiça ambiental no Dia do Meio Ambiente”, realizada em 5 de junho de 2025, durante a Semana do Meio Ambiente de uma universidade pública municipal situada no interior paulista. A atividade ocorreu em formato remoto, com transmissão ao vivo por plataforma digital de *streaming*, veiculada simultaneamente em canal institucional, e reuniu docentes, estudantes, pesquisadores(as) e sujeitos vinculados a diferentes campos de atuação socioambiental.

A atividade manteve articulação com as diretrizes da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), especialmente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), conectando compromissos globais às realidades territoriais, também promovendo o entrelaçamento entre saberes acadêmicos, populares e institucionais (ONU, 2015). O evento encontra-se integralmente disponível no canal oficial da universidade em plataforma digital.

A mediação, conduzida por W.J.F., foi estruturada a partir da interface entre práticas pedagógicas, equidade, sustentabilidade ambiental e justiça climática. O debate foi guiado por roteiro semiestruturado organizado em três blocos temáticos: i) desafios da governança climática no contexto da COP30; ii) relações entre território, políticas públicas, sustentabilidade e educação ambiental; e iii) participação social, legado institucional e justiça climática. As questões disparadoras abordaram a relevância da COP30 para o Brasil, o papel da educação ambiental crítica diante da emergência climática, as relações entre planejamento territorial e adaptação socioambiental, a participação de juventudes, povos originários e comunidades tradicionais nos processos decisórios e a construção de uma cidadania climática crítica.

As contribuições dos(as) convidados(as) refletiram diversidade epistemológica, territorial e profissional. Participaram do debate A.M.K., com atuação reconhecida na educação ambiental crítica e no engajamento de juventudes em pactos climáticos; E.T.V., especialista em planejamento regional e políticas públicas; G.F.F., pesquisador com produção nas intersecções entre clima, ciência e sociedade; J.M.B., cuja trajetória investigativa se concentra nas relações entre educação e desenvolvimento humano; e W.A.F., com experiência em meteorologia aplicada, qualidade do ar e impactos ambientais urbanos. A pluralidade das trajetórias permitiu construir um debate interdisciplinar, articulando ciência climática, práticas pedagógicas, gestão pública, participação social e justiça socioambiental.

O corpus empírico foi constituído pelas falas dos(as) convidados(as) e pelas intervenções da mediação ao longo da mesa-redonda. As interações registradas no chat da transmissão foram consideradas como elementos contextuais da dinâmica comunicativa do evento, mas não compuseram, de forma sistemática, o corpus submetido à análise lexical.

Cadeia sociotécnica de produção e tratamento dos dados

A produção do corpus envolveu etapas sucessivas de registro, extração, transcrição, pré-processamento, análise lexical, visualização gráfica e

interpretação qualitativa. Inicialmente, o registro audiovisual da mesa-redonda, disponibilizado em plataforma digital de acesso público, foi utilizado como fonte primária. Em seguida, o áudio foi extraído e organizado em ambiente computacional, com apoio de rotinas desenvolvidas em Python. A preparação do material incluiu procedimentos de conversão, segmentação e padronização dos arquivos sonoros, a fim de possibilitar sua submissão a ferramentas de transcrição automatizada.

A transcrição inicial das falas foi realizada com apoio de ferramentas de reconhecimento automático de fala e de processamento de linguagem natural (PLN). Foram utilizados recursos como *SpeechRecognition* para extrair fala de arquivos de áudio, *pydub* para manipulação e conversão sonora e *Whisper*, modelo de transcrição baseado em aprendizagem profunda. Na etapa de tratamento linguístico, mobilizaram-se bibliotecas como *nltk* — voltada à tokenização, remoção de *stopwords* e tarefas básicas — e *spaCy*, que apoiou análise gramatical, lematização e organização do corpus (Bird; Klein; Loper, 2009; Honnibal; Montani, 2017; Radford et al., 2022).

A transcrição automatizada foi posteriormente revisada pelos autores, com conferência de trechos selecionados a partir do áudio original, a fim de corrigir inconsistências, eliminar ruídos de transcrição e assegurar maior fidelidade ao conteúdo discursivo. Essa etapa foi necessária porque ferramentas automatizadas, embora úteis para sistematizar grandes volumes de fala, podem produzir imprecisões decorrentes de sobreposição de vozes, instabilidades de áudio, variações prosódicas, termos técnicos ou nomes próprios.

O pré-processamento textual teve como finalidade preparar o corpus para análise lexical, sem descaracterizar a natureza qualitativa e contextual dos enunciados. Foram removidos elementos paratextuais, repetições operacionais, marcas de interrupção sem relevância analítica e ocorrências derivadas de ruídos de áudio ou de falhas de reconhecimento automático. Preservaram-se, contudo, termos, expressões e construções discursivas relevantes para a compreensão dos sentidos atribuídos à justiça climática, à educação ambiental, aos territórios, aos biomas, à governança e à participação social. Esse cuidado buscou evitar que a limpeza textual reduzisse a densidade interpretativa do corpus ou eliminasse marcas importantes de posicionamento político e pedagógico.

Para tornar explícito o papel das ferramentas digitais e computacionais no percurso analítico, a pesquisa sistematizou, no Quadro 1, as etapas de produção, tratamento e análise do corpus.

Quadro 1 - Cadeia sociotécnica de produção, tratamento e análise do corpus

Etapa metodológica	Recursos computacionais	Função operacional e escopo
1. Registro do Evento	Plataforma digital de streaming	Captura e constituição do acervo audiovisual primário do evento
2. Extração de Áudio	Linguagem <i>Python</i> e biblioteca <i>pydub</i>	Extração, segmentação e padronização dos arquivos sonoros
3. Transcrição automatizada	<i>Whisper</i> e <i>SpeechRecognition</i>	Conversão preditiva (ASR) das falas em texto bruto (<i>raw text</i>)

4. Validação e Revisão	Confronto auditivo manual pelos autores	Correção de inconsistências fonéticas, preenchimento de lacunas e eliminação de ruídos
5. Pré-processamento Textual	Bibliotecas nltk, spaCy e filtragem manual	Tokenização, lematização, remoção de <i>stopwords</i> e normalização do <i>corpus</i> textual
6. Análise lexical	<i>Software</i> IRaMuTeQ (Ambiente R)	Processamento lexicométrico e geração da análise de similitude
7. Visualização semântica	Grafos de coocorrência e árvores de similitude	Representação geométrica das conexões entre núcleos discursivos
8. Interpretação qualitativa	Leitura analítica e escuta interpretativa	Construção dos eixos teóricos e discussão crítica dos resultados
9. Suporte redacional	Modelo de linguagem <i>ChatGPT</i>	Aprimoramento da coesão sintática, clareza e fluidez do texto
10. Validação científica	Revisão crítica e integridade autoral	Garantia de responsabilidade ética, autoria intelectual e conformidade acadêmica

Fonte: Elaborado pelos autores.

Análise lexical, escuta interpretativa e uso responsável de IA

A transcrição preliminar foi seguida de análise de similitude com apoio do software IRaMuTeQ, interface baseada no ambiente R voltada à exploração de corpus textuais (Souza et al., 2018). Essa técnica identifica coocorrências entre palavras e representa graficamente conexões semânticas relevantes em estruturas de rede, permitindo mapear agrupamentos lexicais emergentes e observar associações na construção discursiva da mesa-redonda.

A visualização foi organizada com base na teoria dos grafos, em que termos aparecem como nós e suas coocorrências como arestas. O algoritmo de Fruchterman-Reingold distribuiu os nós conforme a intensidade das associações, ilustrando núcleos de sentido e conexões semânticas. Beneton, Ferreira e Targa (2024) adotaram procedimento semelhante, demonstrando como a análise de similitude e a modelagem em grafos podem revelar núcleos conceituais e zonas de convergência lexical. Neste estudo, o tratamento visual atuou como recurso analítico, destacando dinâmicas simbólicas inscritas na tessitura textual.

A análise evidenciou quatro agrupamentos interpretativos principais: i) esfera socioeducativa; ii) prática pedagógica e território; iii) justiça climática e governança; e iv) impactos ambientais nos biomas. Os agrupamentos foram observados como pistas lexicais e relacionais para orientar a escuta interpretativa do corpus. Assim, a análise de similitude foi compreendida como instrumento heurístico, apoiando a identificação de recorrências, tensões, aproximações e deslocamentos discursivos.

Na etapa seguinte, os agrupamentos lexicais foram confrontados com a leitura interpretativa dos enunciados, considerando o contexto da mesa-redonda, as questões disparadoras, as posições assumidas pelos(as) participantes e os referenciais da educação ambiental crítica, da justiça climática e dos estudos CTSA. Buscou-se compreender como os(as) participantes articularam ciência climática,

políticas públicas, territorialidade, participação social, educação ambiental e responsabilidade institucional. Também foram observadas as formas pelas quais a COP30 foi significada como arena de disputa política, científica e pedagógica, bem como os modos pelos quais territórios e biomas brasileiros foram mobilizados como categorias de análise socioambiental.

A triangulação entre análise de similitude e interpretação qualitativa permitiu articular duas camadas complementares: uma lexicométrica, voltada à visualização de padrões de associação entre termos e à identificação de núcleos discursivos recorrentes; e outra interpretativa, orientada à compreensão da densidade política, pedagógica e sociotécnica desses núcleos no debate sobre justiça socioambiental e cidadania climática. Desse modo, a metodologia combinou procedimentos computacionais de organização e visualização textual com análise crítica situada.

O uso de ferramentas de IA e de processamento de linguagem natural integrou o percurso metodológico como mediação técnica supervisionada, sem substituir a interpretação autoral. Procedimentos de mapeamento textual com pipeline de PLN em Python, incluindo tokenização, remoção de stopwords e normalização textual, também foram empregados por Ferreira et al. (2023), reforçando a pertinência de abordagens computacionais em análises discursivas e textuais. No presente estudo, a IA generativa foi utilizada como apoio redacional, por meio do modelo ChatGPT (OpenAI), com a finalidade de aprimorar a coesão, a clareza e a fluidez do manuscrito. Todas as contribuições oriundas dessas ferramentas foram revisadas, editadas e validadas pelos autores, que assumem responsabilidade integral pela análise, pela redação final e pela integridade das informações apresentadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

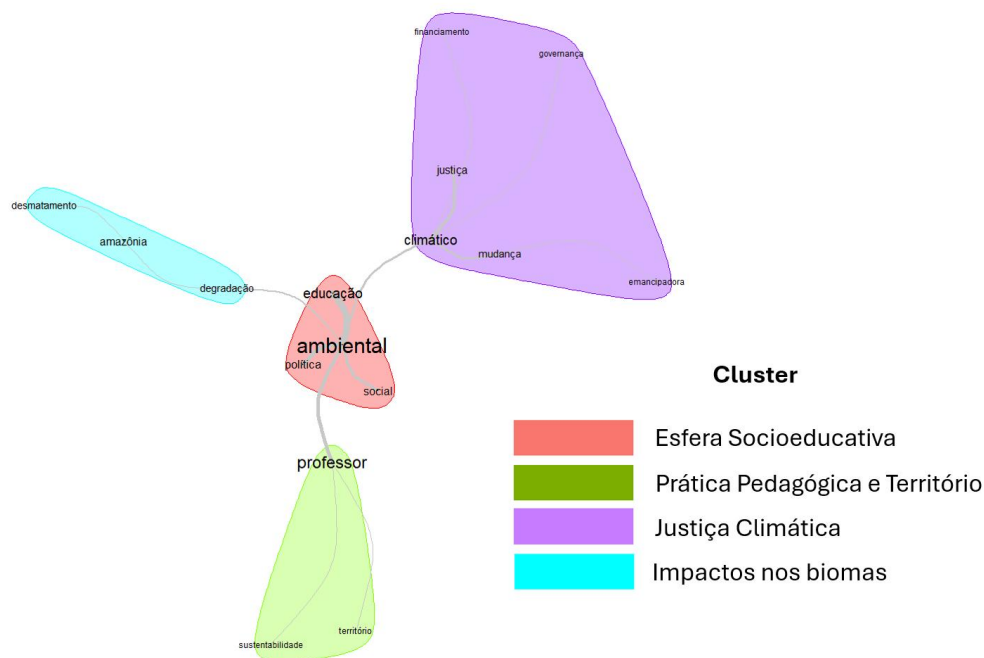
A análise da mesa-redonda mostrou que, no período pré-COP30, o debate sobre mudanças climáticas e justiça socioambiental estruturou-se como rede de sentidos que articulou ciência climática, educação ambiental crítica, territórios, governança, participação social e disputas institucionais. O evento, acompanhado por 252 participantes, configurou-se como prática formativa pública e situada, reunindo trajetórias diversas que produziram leituras complementares sobre os desafios climáticos brasileiros. Os resultados são apresentados pela articulação entre análise de similitude e escuta interpretativa, destacando os núcleos discursivos e sua contribuição para uma leitura CTSA da formação climática.

Cartografia lexical da mesa-redonda: núcleos discursivos e conexões

A análise de similitude permitiu visualizar a organização lexical do corpus e identificar quatro núcleos discursivos principais, associados à esfera socioeducativa, à prática pedagógica e ao território, à justiça climática e à governança, e aos impactos ambientais nos biomas. Esses agrupamentos foram compreendidos como campos semânticos interdependentes, nos quais ciência, educação, política, território e participação social se entrelaçam na construção discursiva da mesa-redonda.

A Figura 1 apresenta o mapeamento semântico resultante da análise de similitude, realçando as conexões entre os termos de maior força relacional no corpus.

Figura 1 - Mapeamento semântico de núcleos discursivos durante a mesa-redonda



Fonte: Os autores (2025)

Na Figura 1, o primeiro agrupamento, vinculado à esfera socioeducativa, destacou a centralidade de termos relacionados à educação, ao social, à política e ao ambiental, indicando que a crise climática foi tratada como fenômeno biofísico e, simultaneamente, como desafio formativo, político e institucional. A recorrência do termo “educação” orienta a discussão climática para o campo da formação cidadã, reconhecendo a educação ambiental crítica como mediação entre conhecimento científico, experiência social e ação pública. Essa leitura aproxima-se de Freire (1996), ao enfatizar a prática educativa como leitura crítica do mundo, e de Loureiro (2019), ao compreender a educação ambiental crítica como práxis voltada ao enfrentamento dos conflitos socioambientais.

O segundo, ligado à prática pedagógica e ao território, reuniu sentidos associados ao trabalho docente, à sustentabilidade e às realidades locais. Nesse núcleo, os territórios foram mobilizados como categorias epistêmicas, expandindo sua compreensão para além do recorte geográfico. A fala de J.M.B. aponta essa inflexão: “*precisamos de currículos ancorados na realidade das comunidades escolares, não currículos distantes, descontextualizados*”. A formulação questiona modelos curriculares abstratos e reforça a importância de práticas pedagógicas situadas, nas quais os problemas ambientais vividos pelas comunidades se tornam ponto de partida para a produção de conhecimento. Assim, o território atua como mediação entre ciência climática, experiência social e formação cidadã, em diálogo com a noção de ecologia de saberes proposta por Sousa Santos (2019).

O terceiro agrupamento, voltado à justiça climática e à governança, reuniu termos como justiça, financiamento, participação, governança e emancipação, sinalizando a COP30 como arena de negociação política e sociotécnica, cujas decisões sobre clima envolvem ciência, dados, planejamento, recursos financeiros, instituições multilaterais e reconhecimento de sujeitos historicamente marginalizados. A fala de A.M.K. sintetiza essa tensão: *“a juventude não quer só ser ouvida, ela quer decidir”*. Consonante com Acselrad (2010), que compreende a justiça ambiental como campo de disputa cognitiva e política, a intervenção posiciona a juventude como sujeito político deliberativo, enfatizando que a justiça climática demanda redistribuição de voz, poder e capacidade de incidência.

O quarto núcleo, associado aos impactos ambientais nos biomas, reuniu termos ligados à Amazônia, ao desmatamento, à degradação e à crise ecológica em diferentes territórios brasileiros. Embora Belém e a Amazônia tenham sido referências centrais da COP30, os participantes ampliaram o debate ao interpelar leituras concentradas em um único bioma. Como destacou W.A.F.: *“se a COP se limitar à Amazônia, ignoraremos Cerrado, Pantanal, Caatinga, Mata Atlântica e a Amazônia Azul. A crise é de todos os biomas”*. A intervenção projeta a crise climática em escala multibioma e multiterritorial, revelando que a justiça socioambiental no Brasil requer atenção às diversas formas de degradação, vulnerabilidade e resistência presentes nos territórios.

A justaposição dos quatro agrupamentos revela que a mesa-redonda produziu uma cartografia discursiva marcada pela interdependência entre educação, território, justiça, governança e biomas. A configuração resultante reforça a pertinência da abordagem CTSA, ao mostrar que os sentidos atribuídos à crise climática se expandem para além da ciência ambiental, sendo produzidos em meio a mediações institucionais, tecnológicas, políticas e pedagógicas. O grafo, nesse contexto, explicita uma rede de controvérsias e convergências em torno da formação climática e da justiça socioambiental.

Educação ambiental crítica, território e cidadania climática

A leitura dos núcleos lexicais indicou a posição estruturante da educação ambiental crítica no debate. As falas dos(as) participantes reiteraram que o enfrentamento da crise climática necessita de processos formativos capazes de articular ciência, experiência territorial, participação social e compromisso ético-político, para além de soluções exclusivamente técnicas ou respostas institucionais centralizadas. Nessa direção, a mesa-redonda reposicionou a educação ambiental como prática de mediação entre conhecimento climático e cidadania, aproximando-a de uma perspectiva CTSA ao reconhecer que os saberes sobre o clima são produzidos, comunicados e apropriados em contextos sociais concretos.

No debate, a escola e os espaços formativos foram destacados como territórios de resiliência, escuta e produção de sentidos. G.F.F. afirmou: *“a escola é um espaço crítico e crucial para integrar ciência, memória coletiva e práticas de cuidado ambiental”*. A escola aparece, assim, como lugar de tradução, problematização e recontextualização do conhecimento, e não como instância de recepção passiva de conteúdos científicos. Essa compreensão dialoga com Guimarães (2004), para o qual a educação ambiental crítica deve enfrentar as contradições do modelo hegemônico de desenvolvimento, e com Gadotti (2016),

ao propor uma educação orientada pela sustentabilidade, pela cidadania planetária e pelo vínculo com os territórios de vida.

Ademais, a centralidade do território emergiu como eixo recorrente, pois as falas o apresentaram como espaço onde os impactos climáticos se materializam e onde também se constroem estratégias de resistência, adaptação e cuidado. A.M.K. enfatizou: *“uma educação ambiental emancipadora não aceita o papel da mera adaptação. Ela transforma a escola num território de luta, invenção e resistência”*. A formulação transporta a educação de uma perspectiva adaptativa passiva para uma práxis transformadora, convocando a escola a interpretar criticamente as desigualdades socioambientais e a elaborar respostas coletivas.

A cidadania climática, nessa perspectiva, constrói-se a partir de experiências concretas, marcadas por vulnerabilidades, memórias, pertencimentos e conflitos. Currículos, projetos pedagógicos e ações de extensão precisam dialogar diretamente com problemas vividos pelas comunidades, como enchentes, secas, degradação de biomas, insegurança hídrica, qualidade do ar, riscos urbanos e injustiças ambientais. Steil e Carvalho (2014) contribuem para essa leitura ao discutirem epistemologias ecológicas que valorizam saberes produzidos nas relações cotidianas entre sujeitos e ambientes. A formação climática, portanto, perpassa o domínio conceitual e requer compromisso ético, capacidade de escuta e leitura crítica dos territórios.

As falas revelaram tensões em torno de modelos educacionais descontextualizados, mostrando que a defesa de currículos enraizados na realidade das comunidades escolares aponta para a necessidade de superar práticas pedagógicas afastadas dos territórios vividos. Nesse movimento, a educação ambiental crítica surge como alternativa à fragmentação do conhecimento, aproximando dimensões científicas, sociais, culturais e políticas da crise climática, o que ganha relevância no contexto da COP30 ao demonstrar que compromissos internacionais só se tornam formativos quando traduzidos em processos educativos locais, participativos e socialmente significativos.

Além disso, cidadania climática aparece como categoria central ao aproximar informação ambiental, compreensão de controvérsias, reconhecimento de desigualdades, participação em decisões e reivindicação de políticas públicas voltadas à justiça socioambiental. A pergunta de J.M.B. - *“estamos aqui para manter as coisas como estão ou para mudar?”* - sintetiza a dimensão ética e política da formação climática, ressaltando que formar sujeitos implica assumir compromissos coletivos diante das urgências sociais e ambientais.

Justiça climática, governança e participação substantiva

O núcleo discursivo ligado à justiça climática e à governança mostrou a COP30 como uma arena política, institucional e sociotécnica, marcada por disputas em torno de reconhecimento, financiamento, responsabilidades diferenciadas, legitimidade científica e participação pública. Nesse enquadramento, a crise climática necessita de capacidade institucional para transformar compromissos globais em políticas públicas territorializadas, orientadas por evidências.

A participação social assumiu papel central no debate, como destacou A.M.K. ao afirmar que *“a juventude não quer só ser ouvida, ela quer decidir”*. Essa perspectiva reposiciona juventudes, povos originários, comunidades tradicionais e

populações periféricas como sujeitos políticos da governança climática, deslocando-os da condição de públicos consultados para protagonistas das decisões. Nesse sentido, a justiça climática passa a envolver redistribuição de poder deliberativo, reconhecimento de saberes historicamente marginalizados e criação de condições efetivas para incidência social, em diálogo com Fraser (2009) e Acsehrad (2010).

A crítica à participação performática foi reforçada por W.A.F., ao afirmar que *“a participação precisa deixar de ser performática para se tornar estrutural”*. A formulação indica que processos participativos perdem densidade democrática quando se limitam à escuta pontual, sem mecanismos permanentes de deliberação, acompanhamento e corresponsabilidade. No campo CTSA, essa tensão remete ao problema da coprodução entre ciência, tecnologia e ordem social: decisões ambientais incorporam evidências científicas, tecnologias de monitoramento, modelos climáticos, instrumentos jurídicos, interesses econômicos e valores sociais, configurando processos nos quais conhecimento e poder se constituem mutuamente (Jasanoff, 2004).

A governança climática também foi discutida a partir das contradições entre discurso internacional e prática institucional. E.T.V. destacou que *“vivemos entre avanços normativos e retrocessos legislativos”*, apontando a instabilidade das políticas ambientais e a fragilidade de compromissos climáticos sustentados apenas por declarações públicas. A fala evidencia a distância entre pactos multilaterais, capacidade orçamentária, coordenação federativa e implementação local. Em CTSA, políticas climáticas dependem de arranjos institucionais, disputas regulatórias, escolhas tecnológicas, interesses econômicos e diferentes formas de participação social (Dagnino, 2014).

A fala de E.T.V. também orientou a discussão para o campo da transição ecológica, ao afirmar que *“não há tempo para ações simbólicas sem mudança estrutural”*. A transição foi compreendida como processo complexo que demanda redistribuição de riscos e recursos, revisão dos modelos de desenvolvimento, fortalecimento institucional e ruptura com racionalidades baseadas na exploração ilimitada da natureza. A justiça climática, nesse horizonte, redefine a ideia de adaptação aos impactos ao enfatizar a necessidade de transformar as condições que produzem vulnerabilidade, degradação e desigualdade. Tal perspectiva converge com Acsehrad (2022), ao mostrar como a desregulação ambiental e a mercantilização dos territórios ampliam injustiças e fragilizam a capacidade coletiva de enfrentar a crise climática.

A ciência climática foi reconhecida como dimensão indispensável da governança, cuja legitimidade depende de dialogar com realidades territoriais e demandas sociais, como destacou G.F.F. ao afirmar que *“precisamos integrar ciência climática robusta na formulação de políticas públicas para evitar cenários ainda mais críticos”*. A centralidade das evidências científicas exige mediações políticas capazes de transformar diagnósticos em planejamento, prevenção e adaptação, dando sentido público à produção científica quando conectada a instituições, comunidades, tecnologias de gestão e processos decisórios responsivos.

Nesse mesmo horizonte, a participação juvenil introduziu uma dimensão intergeracional ao debate, reforçando que formar para a cidadania climática implica compreender controvérsias, reconhecer desigualdades, disputar projetos

de desenvolvimento e construir alternativas coletivas (Freire, 1996; Loureiro, 2019). Assim, a prática formativa analisada reforçou que a crise climática constitui controvérsia sociotécnica, reunindo evidências, experiências e conflitos em um espaço público de formação, no qual políticas justas dependem da articulação entre ciência, tecnologia, democracia, território e participação substantiva.

Biomass, controvérsias socioambientais e limites da agenda climática

O núcleo discursivo sobre os impactos ambientais nos biomas destacou a importância da dimensão territorial para compreender a crise climática brasileira. Termos como “Amazônia”, “desmatamento” e “degradação” apareceram associados a processos históricos, econômicos e políticos de ocupação dos territórios, mostrando que a degradação ambiental resulta de modelos produtivos, assimetrias de poder, fragilidades regulatórias e formas desiguais de apropriação da terra, da água e dos bens comuns. Inseridos nessa perspectiva, os resultados aproximam-se da abordagem CTSA, pois revelam que a crise dos biomas envolve ciência climática, tecnologias de monitoramento, políticas ambientais, sistemas produtivos, legislação, fiscalização e disputas por legitimidade pública.

A crítica ao “excepcionalismo amazônico” abriu espaço para questionar os limites de agendas ambientais centradas em símbolos territoriais únicos. Embora a Amazônia tenha papel decisivo na regulação climática, na sociobiodiversidade e na proteção de povos originários e comunidades tradicionais, uma política climática nacional comprometida com justiça socioambiental precisa reconhecer a diversidade ecológica, social e cultural dos demais biomas.

Nesse cenário, Cerrado, Pantanal, Caatinga, Mata Atlântica, áreas costeiras e territórios urbanos revelam combinações próprias de degradação, vulnerabilidade, conflitos pelo uso da terra e da água, desigualdade de exposição aos riscos e capacidade institucional desigual de resposta. A perspectiva multibioma, desse modo, expande o debate climático e destaca que a justiça socioambiental depende de políticas territorializadas, capazes de integrar conservação, adaptação, planejamento e participação social em diferentes contextos.

A fala de W.A.F. ganha força quando conectada aos alertas científicos sobre eventos extremos, mudanças no regime de chuvas, perda de cobertura vegetal e ampliação dos riscos socioambientais no Brasil (Artaxo Netto, 2020; Marengo, 2024; IPCC, 2023). Esses processos afetam os territórios de maneira desigual, pois vulnerabilidades climáticas se entrelaçam com desigualdades de renda, infraestrutura, saneamento, moradia, acesso à água e capacidade institucional de resposta, o que reforça a necessidade de compreender os biomas como territórios vivos, atravessados por relações entre ambiente, cultura, economia, políticas públicas e modos de vida.

As falas dos participantes também reforçaram que a agenda climática precisa integrar escalas globais e locais. G.F.F. destacou que *“sem planejamento baseado em dados, a adaptação às mudanças climáticas se torna inviável para as populações mais vulneráveis”*, reafirmando a importância de evidências científicas, cenários climáticos, dados territoriais e instrumentos de planejamento. Tais recursos devem orientar políticas públicas voltadas à redução de vulnerabilidades concretas, pois dados, mapas, modelos e indicadores só ganham efetividade

quando sustentados por condições políticas e institucionais capazes de transformá-los em proteção social, infraestrutura resiliente e justiça territorial.

A abordagem multibioma traz implicações pedagógicas ao mostrar que exemplos genéricos ou distantes limitam a compreensão das conexões entre crise global e experiências locais. Reconhecer a diversidade dos biomas aproxima estudantes, professores e comunidades de problemas como queimadas, enchentes, secas, insegurança hídrica, contaminação, degradação de áreas naturais, poluição urbana e disputas pelo uso da terra, salientando que a educação ambiental crítica deve integrar ciência climática, leitura territorial e valorização de saberes locais, em sintonia com epistemologias ecológicas situadas (Steil; Carvalho, 2014).

A discussão sobre biomas recolocou o papel da universidade e das práticas formativas públicas, criando um espaço de tradução entre a agenda internacional da COP30 e as realidades regionais e locais. Esse movimento mostrou que compromissos climáticos só ganham força quando apropriados criticamente por comunidades, instituições e movimentos sociais, e que a crise climática brasileira requer políticas integradas, sensíveis às especificidades ecológicas e às desigualdades sociais de cada território. O debate afirmou a centralidade da Amazônia sem reduzir a agenda nacional a ela, reforçando a necessidade de uma abordagem plural que combine proteção da sociobiodiversidade, justiça territorial, planejamento climático, participação social e formação cidadã.

As quatro dimensões analisadas (cartografia lexical, educação ambiental crítica, justiça climática e biomas) indicam que a mesa-redonda atuou como dispositivo sociotécnico de formação climática. A prática articulou transmissão digital, circulação pública do conhecimento, análise textual computacional e escuta interpretativa para construir uma leitura crítica da crise climática. Com isso, o estudo evidencia que iniciativas universitárias podem democratizar o debate climático, fortalecer a cidadania socioambiental e aproximar ciência, tecnologia e sociedade em torno de problemas públicos urgentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta investigação buscou-se compreender como sentidos pedagógicos, políticos e sociotécnicos são produzidos em uma prática formativa pública sobre justiça climática no período pré-COP30, evidenciando contribuições para a cidadania climática, a participação social e a articulação entre ciência, tecnologia e sociedade. Para tanto, analisou-se a mesa-redonda “O Brasil em foco na COP30: compromissos climáticos e justiça ambiental no Dia do Meio Ambiente” como experiência formativa mediada por tecnologias digitais e ancorada nos referenciais da educação ambiental crítica, da justiça climática e dos estudos CTSA.

A mesa-redonda funcionou como dispositivo sociotécnico de formação climática, de modo que a combinação entre transmissão digital, circulação pública do conhecimento, análise lexical computacional e escuta interpretativa revelou quatro dimensões centrais: cartografia lexical do debate, educação ambiental crítica, justiça climática e governança, e biomas. Essas dimensões mostram que a crise climática foi tratada como controvérsia sociotécnica, atravessada por disputas de conhecimento, desigualdades territoriais, arranjos institucionais e processos de participação pública.

O estudo contribui para os campos da educação ambiental e CTSA ao demonstrar que práticas universitárias podem atuar como espaços de tradução entre ciência climática, saberes territoriais, tecnologias de comunicação e ação cidadã. A formação climática ganha densidade quando articula evidências científicas, leitura crítica dos territórios, reconhecimento de sujeitos marginalizados e compromisso com políticas orientadas pela justiça socioambiental. Assim, a educação ambiental crítica aparece como mediação essencial para transformar informações climáticas em participação, pertencimento e disputa democrática por futuros possíveis.

Metodologicamente, o trabalho evidencia a pertinência de integrar análise de similitude, escuta interpretativa e explicitação da cadeia sociotécnica de produção e tratamento dos dados. O uso supervisionado de ferramentas computacionais e de inteligência artificial contribuiu para a organização do corpus e para a visualização de núcleos discursivos, sem substituir a interpretação autoral, reforçando a necessidade de transparência e responsabilidade científica em pesquisas qualitativas mediadas por tecnologias digitais.

Reconhece-se, contudo, que o estudo se baseia em uma experiência específica, situada em contexto institucional e temporal determinados, o que impede generalizações estatísticas. A análise de similitude privilegia relações lexicais de coocorrência e requer complementação por leitura qualitativa, contextual e crítica dos enunciados.

Pesquisas subsequentes podem alargar o percurso por meio de análises comparativas de outras práticas vinculadas à agenda climática em contextos escolares, universitários, comunitários e de educação não formal. Recomenda-se aprofundar investigações sobre a participação de juventudes, povos originários, comunidades tradicionais e populações periféricas na produção de conhecimento e na tomada de decisões climáticas, bem como explorar de que modo tecnologias digitais e espaços públicos de diálogo contribuem para democratizar a ciência climática e fortalecer pedagogias comprometidas com justiça socioambiental, cidadania climática e transformação coletiva.

Climate change and socio-environmental justice: climate education, sociotechnical mediations and critical environmental education

ABSTRACT

Climate change intensifies socio-environmental inequalities and challenges conventional educational practices, requiring critical, territorialized approaches articulated with the relationships between science, technology and society. This article analyzes the roundtable “Brazil in focus at COP30”, held during the Environment Week of a municipal public university in the interior of São Paulo, as a public formative practice mediated by digital technologies. The methodology combined speech transcription, similarity analysis supported by IRaMuTeQ and interpretive listening to the corpus. The results revealed four discursive nuclei: socio-educational sphere; pedagogical practice and territory; climate justice and governance; and environmental impaCTSA on biomes. It is concluded that the roundtable functioned as a sociotechnical device for climate education by articulating critical environmental education, social participation, territorial knowledge and socio-environmental citizenship in the face of the challenges of the climate crisis.

KEYWORDS: Socio-environmental citizenship. Similarity analysis. Social participation. Environmental governance. Civic education.

NOTAS

¹ <https://www.youtube.com/live/NArjVSLJuUk?si=clfLvgy5pGcrfaiF>

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H. Ambientalização das lutas sociais: o caso do movimento por justiça ambiental. **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 103-119, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142010000100010>

ACSELRAD, H. Dimensões políticas do negacionismo ambiental: interrogando a literatura. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 60, p. 26-42, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5380/dma.v60i0.80028>

ANTONIO, J. M.; KATAOKA, A. M.; NEUMANN, P. N. As percepções de docentes acerca da Educação Ambiental: uma análise a partir da Complexidade. **Revista Sergipana de Educação Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 1-21, 2020. DOI: <https://doi.org/10.47401/revisea.v7i2.14636>

ARTAXO NETTO, P. E. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, v. 34, n. 100, p. 53-66, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.34100.005>

BENETON, N. S.; FERREIRA, W. J.; TARGA, M. S. Princípios ESG e saberes tradicionais nas universidades: caminhos para uma educação intercultural e sustentabilidade não colonizadora. **Revista GepesVida**, v. 10, n. 26, 2024. Disponível em: <https://www.icepsc.com.br/ojs/index.php/gepesvida/article/view/31235>. Acesso em: 11 jun. 2026.

BIRD, S.; KLEIN, E.; LOPER, E. **Natural language processing with Python**. Sebastopol: O'Reilly Media, 2009.

DAGNINO, R. **Tecnologia social: contribuições conceituais e metodológicas**. Campina Grande: EDUEPB; Florianópolis: Insular, 2014.

FERREIRA, W. J.; RICHETTO, K. C. S. Educação em prol da equidade: a adaptação de práticas avaliativas no contexto multicultural do ensino de matemática. **Educ. Rev. [online]**. 2025, vol.41, e93725. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-0411.93725>

FERREIRA, W. J.; RICHETTO, K. C. S.; VEIGA, S. A.; RIBEIRO, M. T. M.; GOUVEA, E. J. C. Math phobia and maths anxiety: multidisciplinary approaches for a more inclusive and equitable education in Brazil. **Concilium**, v. 23, n. 17, p. 663-677, 2023. DOI: <https://doi.org/10.53660/CLM-2205-23Q30>

FRASER, N. **Scales of justice: reimagining political space in a globalizing world**. New York: Columbia University Press, 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GABRIC, A. J. The climate change crisis: a review of its causes and possible responses. **Atmosphere**, v. 14, n. 7, p. 1081, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos14071081>

GADOTTI, M. Educar para a sustentabilidade. **Inclusão Social**, v. 1, p. 1-13, 2016. Disponível em: https://gadotti.org.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/419/AMG_PUB_01_005.pdf. Acesso em: 07 jun. 2025.

GRIMES, S. M.; FEENBERG, A. Critical theory of technology. In: FEENBERG, A.; FRIESEN, N. (ed.). **The SAGE handbook of digital technology research**. London: SAGE Publications, 2013. p. 121-129.

GUIMARÃES, M. Educação ambiental crítica. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 25-34. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/estruturas/educamb/arquivos/livro_ieab.pdf. Acesso em: 06 jun. 2025.

HONNIBAL, M.; MONTANI, I. **spaCy 2: natural language understanding with Bloom embeddings, convolutional neural networks and incremental parsing**. [S. l.]: Explosion AI, 2017. Disponível em: <https://spacy.io/>. Acesso em: 11 jun. 2026.

IPCC. **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (ed.). Geneva: IPCC, 2023. DOI: <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>

JASANOFF, S. (ed.). **States of knowledge: the co-production of science and social order**. London: Routledge, 2004. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203413845>

LOUREIRO, C. F. B. Ontological and methodological issues for critical environmental education in contemporary capitalism. **REMEA: Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 36, n. 1, p. 79-95, 2019. DOI: <https://doi.org/10.14295/remea.v36i1.8954>

MARENGO, J. A. Impactos sociais dos eventos climáticos extremos. **Ciência e Cultura**, v. 76, n. 3, p. 1-8, 2024. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v76n3/v76n3a09.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2025.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. New York: United Nations, 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>. Acesso em: 11 jun. 2026.

OPENAI. **ChatGPT**. San Francisco: OpenAI, 2025. Disponível em:
<https://chatgpt.com/>. Acesso em: 11 jun. 2026.

RADFORD, A.; KIM, J. W.; XU, T.; BROCKMAN, G.; MCLEAVEY, C.; SUTSKEVER, I.
Robust speech recognition via large-scale weak supervision. **arXiv**, 2022. DOI:
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.04356>

RODRIGUES PINHO, K. L.; TEIXEIRA, M. L. M.; PINHO, L. P.; JUNIOR, L. A. T.
Processo de formação para o trabalho associado: uma práxis em construção que
gera protagonismo e inclusão social. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 18, n. 50,
p. 174-184, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3895/rts.v18n50.13483>

SOUSA SANTOS, B. **O fim do império cognitivo: a afirmação das epistemologias
do Sul**. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

SOUZA, M. A. R.; WALL, M. L.; THULER, A. C. M. C.; LOWEN, I. M. V.; PERES, A. M.
O uso do software IRaMuTeQ na análise de dados em pesquisas qualitativas.
Revista da Escola de Enfermagem da USP, v. 52, e03353, 2018. DOI:
<https://doi.org/10.1590/S1980-220X2017015003353>

STEIL, C. A.; CARVALHO, I. C. M. Epistemologias ecológicas: delimitando um
conceito. **Mana**, v. 20, n. 1, p. 163-183, 2014. DOI:
<https://doi.org/10.1590/S0104-93132014000100006>

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TSING, A. L. **The mushroom at the end of the world: on the possibility of life in
capitalist ruins**. Princeton: Princeton University Press, 2016.

Recebido: 07/08/2025
Aprovado: 14/06/2026
DOI: 10.3895/rts.v22n70.20687

Como citar:

FERREIRA, Willian José; KATAOKA, Adriana Massaê; VIEIRA, Edson Trajano; FISCH, Gilberto Fernando; FERNANDES, Widinei Alves; BUSSOLOTI, Juliana Marcondes. Mudanças climáticas e justiça socioambiental no contexto pré-COP30: formação climática, mediações sociotécnicas e educação ambiental crítica. **Rev. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 22, n. 70, p.20-38, jul./set., 2026.

Disponível em:

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/20687>

Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

