

Institucionalização do uso
de evidências em políticas
sobre mudança do clima no Brasil

n. 164



ENAP

Tamara Zambiasi, Savio Raeder
e Alexandre Marques

ene

Institucionalização do uso
de evidências em políticas
sobre mudança do clima no Brasil

n. 164

CADER NOS ENAP

Tamara Zambiasi, Savio Raeder
e Alexandre Marques

Brasília
2026

Fundação Escola Nacional de Administração Pública

Presidenta

Betânia Peixoto Lemos

Diretor de Gestão Corporativa

Lincoln Moreira Jorge Junior

Diretora-Executiva

Danyelle Siqueira Campos Gil Lemos Barreto

Revisão ortográfica

Adriana Braga

Renata Mourão

Roberto Araújo

Diretor de Altos Estudos

Alexandre de Ávila Gomide

Projeto gráfico e editoração eletrônica

Samuel Plinio

Diretora de Educação Executiva

Iara Cristina da Silva Alves

Diagramação

Letícia Oliveira

Diretor de Desenvolvimento Profissional

Bruna Danielly da Paz Tenório

Diretora de Inovação

Camila Medeiros

Ficha catalográfica elaborada pela equipe da Biblioteca Graciliano Ramos da Enap

Z23l Zambiasi, Tamara

Institucionalização do uso de evidências em políticas sobre mudança do clima no Brasil / Tamara Zambiasi, Savio Raeder, Alexandre Marques. -- Brasília: Enap, 2026.

64 P.: IL. (Cadernos Enap ; N. 164)

Inclui bibliografia.

ISSN: 0104-7078

1. Mudança Climática - Brasil. 2. Política Ambiental. 3. Políticas Públicas Baseadas em Evidências. 4. Desenvolvimento Sustentável. 5. Tomada de Decisão. I. Raeder, Savio. II. Marques, Alexandre. I. Título.

CDD 363.700981

Bibliotecária: Elda Campos Bezerra – CRB1/1425

As opiniões, interpretações e conclusões expressas neste documento são de responsabilidade exclusiva de seus autores e não representam, necessariamente, a posição institucional da Escola Nacional de Administração Pública (Enap).

Este trabalho está sob a Licença Creative Commons

Atribuição: Não Comercial

Compartilha Igual 4.0 Internacional

DOI: 10.21874/cadernos.n164.1



resumo



Este trabalho analisa a institucionalização do uso de evidências nas políticas públicas de mudança do clima no Brasil, estruturando-se em três eixos fundamentais: fundamentos conceituais, diagnósticos climáticos atualizados e marcos de governança. O conceito de evidência é tratado de forma plural, integrando dados científicos robustos, saberes tradicionais, experiências locais e processos de coprodução de conhecimento. O estudo apresenta um diagnóstico detalhado das tendências climáticas, destacando o aumento de temperaturas e a intensificação de eventos extremos que impactam de forma desigual grupos vulneráveis e biomas estratégicos. No campo da governança, avalia instrumentos como a PNMC, o PNA e as NDCs, identificando desafios estruturais como a fragmentação institucional, lacunas de financiamento e descontinuidade administrativa. Por fim, propõe recomendações estratégicas para fortalecer a articulação entre o conhecimento técnico e a ação política sustentável, visando resultados concretos e justiça climática.

Palavras-chave: Mudança do clima; Institucionalização; Políticas informadas por evidências; Governança climática; Mitigação e adaptação.

ABSTRACT

This study examines the institutionalization of evidence use in Brazilian climate change policies through three core dimensions: conceptual foundations, updated climate diagnostics, and governance frameworks. Evidence is approached as a plural concept, integrating robust scientific data, traditional knowledge, local experiences, and knowledge co-production processes. The work provides a detailed diagnosis of climate trends, highlighting rising temperatures and the intensification of extreme events that disproportionately impact vulnerable groups and strategic biomes. Regarding governance, it assesses frameworks such as the PNMC, PNA, and NDCs, identifying structural challenges like institutional fragmentation, funding gaps, and administrative discontinuity. Finally, it offers strategic recommendations to strengthen the link between technical knowledge and sustainable political action, aiming for concrete results and climate justice.

Keywords: Climate change; Institutionalization; Evidence-informed policies; Climate governance; Mitigation and adaptation.

RESUMEN

Este estudio analiza la institucionalización del uso de evidencias en las políticas de cambio climático en Brasil a través de tres dimensiones fundamentales: fundamentos conceptuales, diagnósticos climáticos actualizados y marcos de gobernanza. El concepto de evidencia se aborda de forma plural, integrando datos científicos robustos, saberes tradicionales, experiencias locales y procesos de coproducción de conocimiento. El trabajo presenta un diagnóstico detallado de las tendencias climáticas, destacando el aumento de las temperaturas y la intensificación de eventos extremos que impactan de manera desigual a los grupos vulnerables y a los biomas estratégicos. En materia de gobernanza, evalúa marcos como la PNMC, el PNA y las NDC, identificando desafíos estructurales como la fragmentación institucional, las brechas de financiamiento y la discontinuidad administrativa. Por último, propone recomendaciones estratégicas para fortalecer el vínculo entre el conocimiento técnico y la acción política sostenible, con el fin de lograr resultados concretos y justicia climática.

Palabras clave: Cambio climático; Institucionalización; Políticas informadas por evidencias; Gobernanza climática; Mitigación y adaptación.



LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1– Tendências observadas (variáveis climáticas)	32
Figura 1– Anomalias de ondas de calor (WSDI) observadas para três períodos: 1991--2000, 2001--2010 e 2011--2020, usando o período de 1961--1990 como referência	35
Figura 2– Índices de perdas do plantio até a pré-colheita das principais culturas presentes entre 2005 e 2017	36
Quadro 2 – Quadro-síntese da trajetória da NDC brasileira (2015–2024)	47
Gráfico 1– Emissões de GEE no Brasil por setor (2022)	48
Figura 3 – Ciclo de adaptação	52
Figura 4 – Estratégias de adaptação climática	55
Figura 5 – Flor de risco	58



LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABC / ABC+: Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono

ANA: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

BTR: Relatórios Bienais de Transparência (Biennial Transparency Reports)

CAR: Cadastro Ambiental Rural

Cemaden: Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

CH4: Metano

CIM: Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima

CO2: Dióxido de Carbono

COP: Conferência das Partes

CPTEC: Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos

Enap: Escola Nacional de Administração Pública

ETC: Tempestades Extratropicais

EVIPNet: Rede de Políticas Informadas por Evidências

FNMC: Fundo Nacional sobre Mudança do Clima

GEE: Gases de Efeito Estufa

GGA: Meta Global de Adaptação (Global Goal on Adaptation)

ILPF: Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPCC: Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

LULUCF: Uso da Terra, Mudança de Uso da Terra e Florestas (Land Use, Land-Use Change and Forestry)

MCTI: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

MDL: Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

MMA: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

MRV: Monitoramento, Reporte e Verificação

NDC: Contribuição Nacionalmente Determinada

NEvs: Núcleos de Evidência

OMS: Organização Mundial da Saúde



ONU: Organização das Nações Unidas

PBMC: Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas

PIE: Políticas Informadas por Evidências

PLANAVEG: Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa

PNA: Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima

PNMC: Política Nacional sobre Mudança do Clima

PPCDam: Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal

PPCerrado: Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Bioma Cerrado

REDD+: Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal

SIMACLIM: Centro de Síntese em Meio Ambiente e Mudança do Clima

SINAPSE: Simulador Nacional de Políticas Setoriais e Emissões

Sirene: Sistema de Registro Nacional de Emissões

UNFCCC: Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

WSDI: Índice de Duração de Ondas de Calor (Warm Spell Duration Index)



SUMÁRIO EXECUTIVO

O enfrentamento da crise climática no Brasil exige políticas públicas capazes de integrar conhecimento científico, diagnóstico territorial e ação governamental coordenada. Este documento reúne três eixos fundamentais para esse objetivo: (i) o papel das evidências na formulação de políticas públicas, (ii) o panorama atualizado das tendências e projeções climáticas para o Brasil, e (iii) os principais marcos, instrumentos e arranjos de governança que orientam a ação climática no país. Ao combinar essas dimensões, o estudo oferece uma visão abrangente sobre as condições necessárias para que o Brasil avance em direção a uma política climática eficaz, legítima e socialmente justa.

Do ponto de vista conceitual, o trabalho evidencia que evidência é um conceito plural, que abrange tanto dados científicos robustos quanto saberes tradicionais, registros comunitários, experiências locais e conhecimentos produzidos em processos de coprodução. Seu uso não é linear: pode informar decisões, ampliar a compreensão de problemas complexos, legitimar escolhas políticas ou fortalecer capacidades institucionais. O desafio brasileiro não reside apenas na disponibilidade de informações, mas na capacidade de incorporá-las de forma sistemática e sustentável às rotinas do Estado.

O diagnóstico climático confirma que o país já enfrenta impactos profundos e desiguais: aumento das temperaturas, mudança nos padrões de precipitação, intensificação de eventos extremos, crises hídricas, perdas agrícolas, danos à saúde e degradação de biomas. Esses fenômenos afetam com maior intensidade grupos vulneráveis, ampliando desigualdades históricas e pressionando sistemas essenciais como água, saneamento, energia e infraestrutura urbana. As projeções indicam que, sem mitigação ambiciosa e adaptação consistente, os custos econômicos, sociais e ambientais da inação serão cada vez mais elevados.

No campo das políticas e da governança, o estudo mostra que o Brasil avançou na construção de marcos legais e instrumentos estratégicos, como a PNMC, o PNA, a NDC revisada, o Plano ABC+, sistemas de monitoramento setorial, mecanismos de reporte e plataformas de avaliação de risco. No entanto, persistem desafios estruturais: fragmentação institucional, lacunas de financiamento, baixa coordenação federativa, assimetrias de capacidade técnica e descontinuidade administrativa. A mitigação ainda depende majoritariamente do controle do desmatamento e de mudanças no uso do solo, enquanto a adaptação avança de forma desigual e enfrenta dificuldades para se materializar nos territórios.

O conjunto dos achados aponta para a necessidade de fortalecer a articulação entre conhecimento, diagnóstico e ação política, condição indispensável para que o país transforme compromissos climáticos em resultados concretos e sustentáveis.



RECOMENDAÇÕES ESTRATÉGICAS

1. Fortalecer a institucionalização do uso de evidências.

- Harmonizar conceitos, padrões e protocolos entre setores.
- Criar rotinas e processos formais que garantam estabilidade e continuidade.
- Expandir a coprodução envolvendo academia, governos, comunidades e setor privado.
- Capacitar equipes para interpretar, adaptar e aplicar dados climáticos em decisões reais.

2. Integrar riscos climáticos ao planejamento do Estado.

- Incorporar cenários e projeções aos planos setoriais e territoriais.
- Reconhecer água e saneamento como eixos estruturantes da adaptação.
- Garantir que políticas de desenvolvimento urbano, agrícola e energético considerem vulnerabilidades climáticas.

3. Reforçar a governança federativa e interinstitucional.

- Criar mecanismos permanentes de articulação entre ministérios, estados, municípios e órgãos técnicos.
- Alinhar políticas setoriais sob uma estratégia nacional coerente de mitigação e adaptação.
- Estabelecer instâncias estáveis de coordenação para implementação da PNMC e da NDC.

4. Ampliar o financiamento climático e reduzir o custo da inação.

- Diversificar fontes internas e internacionais de financiamento.
- Priorizar investimentos estruturantes, de longo prazo e com co-benefícios socioambientais.
- Desenvolver instrumentos financeiros para apoiar adaptação transformadora.

5. Acelerar a mitigação com foco no uso da terra e na transição justa.

- Reduzir o desmatamento e a degradação florestal como prioridade absoluta.
- Expandir práticas agrícolas de baixo carbono e inovação verde.
- Integrar política climática, segurança hídrica e conservação da biodiversidade.

6. Promover justiça climática e participação social.

- Garantir que grupos vulneráveis tenham acesso a serviços básicos, proteção e informação.
- Incorporar conhecimentos locais, indígenas e tradicionais às políticas climáticas.
- Assegurar transparência, representação e legitimidade nos processos decisórios.



PRIMA SUWA

SUMÁRIO

Introdução	13
Capítulo 1 – Fundamentos, Conceitos e Contexto Institucional	15
Capítulo 2 – Diagnóstico e Projeções para o Brasil e o Mundo	27
Capítulo 3 – Políticas, Planos e Ações para o Enfrentamento da Crise Climática	42
Referencias Bibliográficas	62



1. INTRODUÇÃO

A crise climática constitui um desafio sem precedentes para governos, sociedade civil e setor privado. Seus efeitos, que vão do aumento da frequência de eventos extremos à alteração de padrões produtivos e de ocupação do território, exigem respostas urgentes, integradas e baseadas em conhecimento fundamentado. No Brasil, país de dimensões continentais e marcada diversidade socioambiental, essa complexidade é ampliada pela necessidade de conciliar metas globais de mitigação e adaptação com realidades locais atravessadas por desigualdades históricas, vulnerabilidades sociais e fortes variações climáticas regionais.

Nesse contexto, o uso sistemático de evidências em políticas sobre mudança do clima não é apenas desejável, mas essencial. Evidências são entendidas aqui em sentido amplo. Incluem resultados de pesquisas científicas revisadas por pares, dados de monitoramento, projeções climáticas, mas também saberes tradicionais, registros históricos e experiências práticas que informam a ação pública. Quando bem integradas aos ciclos de formulação, implementação e avaliação, essas informações permitem antecipar riscos, orientar investimentos, priorizar territórios e desenhar respostas mais eficazes e socialmente justas.

O Brasil dispõe hoje de um conjunto expressivo de marcos, planos e instrumentos dedicados à agenda climática, como a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), o Plano Nacional de Adaptação (PNA), a Rede Clima, o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), o Plano Clima e plataformas como o Adapta Brasil. Esses mecanismos produzem e organizam dados, cenários e análises que podem subsidiar decisões em múltiplos setores. No entanto, a simples existência dessas estruturas não garante seu uso sistemático. A fragmentação institucional, a ausência de protocolos comuns, a descontinuidade de programas e a baixa cultura organizacional de uso de dados seguem como obstáculos centrais.

Este documento analítico tem como foco examinar a institucionalização do uso de evidências em políticas sobre mudança do clima no Brasil, com ênfase nas estruturas e práticas do governo federal. Para isso, articula três dimensões complementares: (i) os fundamentos conceituais, as definições de evidência e os domínios necessários à sua institucionalização; (ii) o diagnóstico das tendências observadas e das projeções climáticas para o Brasil e o mundo, com destaque para riscos, vulnerabilidades e implicações para água, saneamento e outros setores; e (iii) a organização das principais políticas, estratégias e arranjos de governança climática no país, explorando como essas agendas incorporam informações robustas em suas decisões.

Ao combinar revisão de literatura, síntese de dados e cenários climáticos recentes e análise de marcos legais, planos e instrumentos de política, o texto busca oferecer insumos para o fortalecimento de uma governança climática mais coerente, coordenada e informada por evidências. O objetivo é discutir caminhos para consolidar práticas que aproximem rigor técnico, legitimidade democrática e justiça climática no contexto brasileiro.

O documento está organizado em três partes. O Capítulo 1 – Fundamentos, conceitos e contexto institucional, discute o que são evidências em políticas públicas, diferentes tipologias de uso (conceitual, instrumental, simbólico etc.) e debates recentes sobre políticas informadas por evidências no Brasil. Apresenta também os principais referenciais sobre institucionalização do uso de evidências, incluindo domínios, processos e capacidades necessárias, e situa esses debates no contexto das políticas climáticas brasileiras.



O segundo capítulo, Mudança do clima: diagnóstico e projeções para o Brasil e o mundo, apresenta um panorama atualizado das tendências observadas e projeções climáticas, articulando evidências globais e nacionais. São discutidos padrões de aquecimento, alterações em regimes de chuva, intensificação de eventos extremos e seus impactos em ecossistemas, economia e sociedade.

Por fim, o Capítulo 3 – Políticas e governança climática no Brasil: institucionalização do uso de evidências reúne e organiza as principais políticas, planos e instrumentos brasileiros de mitigação e adaptação, como a PNMC, o PNA, a NDC, planos setoriais e o Plano Clima. Analisa como essas iniciativas dialogam entre si, quais lacunas de coordenação permanecem e de que forma evidências científicas, técnicas e contextuais são incorporadas em seu desenho e implementação.

01

**Fundamentos, Conceitos
e Contexto Institucional**



1. INTRODUÇÃO

A expressão “políticas públicas baseadas em evidências” ganhou centralidade no vocabulário governamental e acadêmico nas últimas décadas, mas sua aparente neutralidade esconde disputas importantes sobre o que conta como evidência, quem a produz, em que formatos ela circula e com que peso é considerada nas decisões. No campo da mudança do clima, essa tensão é ainda mais aguda. De um lado, há um volume crescente de dados, relatórios, modelos e diagnósticos; de outro, persistem lacunas entre esse acúmulo de conhecimento e a sua incorporação efetiva em políticas, sobretudo em contextos marcados por desigualdades, incertezas e capacidades institucionais desiguais. Pensar “evidência” apenas como informação disponível é insuficiente; é preciso compreender os caminhos pelos quais ela é produzida, coproduzida, filtrada, legitimada e, muitas vezes, deixada de lado.

Este capítulo parte justamente dessa compreensão ampliada. Em vez de tratar evidências como uma categoria homogênea, ele explora como diferentes tradições de pesquisa e prática em políticas públicas têm definido o termo, ora enfatizando critérios de rigor metodológico e replicabilidade, ora incorporando saberes situados, experiências práticas e conhecimentos tradicionais como componentes indispensáveis em contextos complexos. Ao fazer isso, coloca em perspectiva a distância entre modelos ideais de decisão informada por evidências e os usos reais que se observam na rotina administrativa: usos que podem ser instrumentais, mas também conceituais, políticos, simbólicos ou difusos ao longo do tempo.

A partir disso, o texto desloca o foco da evidência como insumo isolado para os arranjos sociais e institucionais que condicionam sua circulação. A coprodução de conhecimento aparece como uma resposta a problemas que não podem ser resolvidos por especialistas atuando de forma isolada, especialmente em agendas como a climática, que atravessam territórios, setores e grupos sociais diversos. Da mesma forma, a institucionalização do uso de evidências é apresentada não como um check-list de boas práticas, mas como um processo de longo prazo em que estruturas, rotinas, recursos, lideranças e culturas organizacionais se alinham em torno da ideia de que decisões devem ser justificadas por informações robustas.

Por fim, o capítulo aproxima esse debate da agenda de mudança do clima no Brasil, destacando como o país já dispõe de um conjunto expressivo de instituições, políticas e instrumentos ancorados em evidências, ao mesmo tempo em que enfrenta obstáculos estruturais para transformar esse potencial em prática consistente. Ao combinar discussão conceitual, reflexão sobre coprodução e análise de domínios institucionais, o texto oferece um quadro a partir do qual se torna possível enxergar a política climática não apenas como um campo de metas e compromissos, mas como um espaço em que o estatuto da evidência é permanentemente negociado.



2. O QUE SÃO EVIDÊNCIAS EM POLÍTICAS PÚBLICAS

As políticas públicas baseadas em evidências têm como princípio central a utilização das melhores informações disponíveis para orientar decisões, buscando intervenções comprovadamente eficazes. Esse movimento, que ganhou força nos anos 1990 em países anglo-saxônicos, foi impulsionado pela necessidade de tornar as decisões governamentais mais técnicas, objetivas e fundamentadas em dados confiáveis, distanciando-se de abordagens pautadas unicamente em intuições ou ideologias (Koga, 2022).

Apesar de seu uso frequente no debate público, o termo “evidência” não tem um significado único. Seu sentido varia conforme o contexto e os atores envolvidos. Em políticas públicas, refere-se a informações fundamentadas que sustentam a tomada de decisão governamental (Sager; Hadorn; Schlauffer, 2023). Esse conceito não se restringe a dados científicos, abrangendo saberes tradicionais que, embora menos sistemáticos, exercem papel importante, sobretudo em realidades sociais complexas e permeadas por incertezas. Essa abordagem reconhece a importância de adaptar o conceito de evidências às condições e particularidades de cada área, conciliando o rigor científico com a diversidade das fontes (Pinheiro, 2022).

Numa acepção mais restrita, evidência é entendida como conhecimento produzido a partir de metodologias científicas robustas, com análises estatísticas rigorosas e resultados sustentados por dados confiáveis e replicáveis. Para ter impacto real nas políticas públicas, precisa contribuir de forma consistente para o corpo já existente de conhecimento e apresentar alto grau de confiança estatística. Descobertas isoladas podem gerar interesse e novas investigações, mas dificilmente orientam decisões sem serem confirmadas por pesquisas adicionais (Phillips; Castle; Smyth, 2020). Nessa perspectiva, destacam-se estudos acadêmicos, relatórios técnicos e bases de dados oficiais como as principais fontes de evidência.

Por outro lado, uma visão mais ampla do conceito aponta que nem sempre o uso de evidências está vinculado diretamente a dados científicos de alta precisão. Em certos casos, elas funcionam como lentes para redefinir a compreensão de um problema; em outros, como bússola para orientar ações concretas; e há ainda ocasiões em que servem apenas como selo de legitimidade para decisões já tomadas. Esse uso ampliado também pode gerar efeitos indiretos, como o desenvolvimento de competências, a criação de vínculos duradouros entre produtores e usuários de conhecimento e a transformação de rotinas institucionais e valores organizacionais (Jagannathan et al., 2023).

Uma tradição paralela de pesquisa descreve esse processo como um caminho gradual que começa pelo contato inicial com a informação, passa pela compreensão e tentativa de integração nas decisões e, quando bem-sucedido, leva a mudanças mensuráveis no mundo real (Meadow; Owen, 2021). Essas perspectivas vêm inspirando pesquisas sobre “ciência acionável” no campo climático, mas ainda persiste a lacuna de compreender, com base em observações concretas, como o conhecimento científico é efetivamente incorporado ao cotidiano das políticas (Jagannathan et al., 2023).



A partir dessa discussão conceitual, é possível compreender melhor os desafios específicos da área climática. Mesmo com avanços relevantes na produção científica, existe um hiato considerável entre a geração de conhecimento e sua aplicação na formulação de políticas públicas, particularmente em níveis subnacionais e locais (Fisher; Dodman; Garside, 2018). Superar essa distância exige a construção de sistemas institucionais robustos que garantam o uso sistemático e sustentável das evidências, conciliando a precisão científica com as demandas locais e as complexidades institucionais (Parkhurst, 2017). Nesse contexto, integrar informações científicas ao planejamento climático não é um elemento acessório, mas sim uma condição essencial para o êxito de políticas de mitigação e adaptação.

Nesse esforço, ferramentas como revisões sistemáticas e mapas de lacunas assumem papel estratégico. Elas organizam grandes volumes de literatura científica, identificam quais soluções funcionam e em quais contextos e transformam um conjunto fragmentado de estudos em uma base sólida para a ação (Berrang-Ford et al., 2020; Melo et al., 2024). Dessa forma, permitem análises mais abrangentes e integradas sobre a eficácia de políticas e intervenções climáticas, reduzindo a dispersão e a sobreposição de esforços.

Por fim, compreender de forma estruturada como as evidências circulam e são efetivamente utilizadas pode ser facilitado pela tipologia proposta por Knott e Wildavsky (1980). Essa classificação identifica seis estágios: recepção (primeiro contato com os resultados), compreensão (assimilação do conteúdo), referência (inclusão em documentos), esforço (tentativa de integrar o conhecimento às decisões), influência (impacto direto sobre a escolha de políticas) e aplicação/ impacto (uso efetivo que gera resultados concretos). Essa estrutura continua sendo amplamente empregada para analisar o uso do conhecimento científico em diferentes áreas, inclusive na ciência climática acionável.

3. COPRODUÇÃO DE CONHECIMENTO

A coprodução de conhecimento destaca-se como uma abordagem essencial para fortalecer a integração de evidências nas políticas públicas. A importância desse conceito se dá na conexão do conhecimento científico ao processo de formulação de políticas públicas, especialmente em cenários de desafios complexos e interconectados, conhecidos como problemas perversos ou wicked problems (Weaver et al., 2023). Em contextos de problemas complexos, há uma demanda crescente por conhecimentos que sejam baseados em evidências científicas rigorosas, legítimas e relevantes.

O tipo de conhecimento necessário para enfrentar desafios complexos não pode ser produzido exclusivamente por pesquisadores. Ele requer uma abordagem colaborativa que envolva formuladores de políticas, comunidades afetadas, especialistas e organizações não governamentais, ampliando a legitimidade e a eficácia das políticas resultantes. Nesse processo, diferentes grupos de interesse trabalham em conjunto para produzir conhecimentos que sejam não apenas relevantes, mas também utilizáveis e aplicáveis aos contextos específicos (Bandola-Gill; Arthur; Leng, 2023). A coprodução promove transparência, aumenta a legitimidade e garante que as soluções desenvolvidas sejam adequadas às necessidades reais. Dessa forma,



assegura que o conhecimento gerado seja acionável e efetivo para responder aos desafios climáticos e outros problemas complexos de maneira mais assertiva (Raeder, 2024).

Cinco significados distintos auxiliam a compreender a coprodução, refletindo diferentes formas de conectar ciência e prática política. Esses significados incluem: a coprodução como relação entre ciência e política, enfatizando a interação entre o conhecimento científico e a tomada de decisões políticas; como democracia do conhecimento, promovendo a inclusão e participação de diversos atores no processo de produção de informações; como transdisciplinaridade, integrando saberes acadêmicos e práticos para abordar desafios de forma mais holística; como gestão de fronteiras, que se concentra em criar interfaces produtivas entre diferentes domínios ou grupos de stakeholders; e como intervenção no uso de evidências, buscando melhorar a aplicação prática de conhecimentos científicos em políticas específicas. Embora esses conceitos tenham nuances próprias, todos compartilham o objetivo de desenvolver práticas colaborativas que envolvam pesquisadores e atores não acadêmicos, respondendo à complexidade crescente dos desafios globais com soluções mais inclusivas, relevantes e acionáveis (Bandola-Gill; Arthur; Leng, 2023).

A coprodução de conhecimento se baseia em três pilares. Primeiro, promove o engajamento de múltiplos atores, reunindo diferentes perspectivas, como as de pesquisadores, comunidades e tomadores de decisão. Essa inclusão enriquece a compreensão dos problemas climáticos e amplia o leque de possíveis soluções. Em segundo lugar, assegura a relevância e a aplicabilidade das informações geradas. Ao envolver os usuários finais do conhecimento no processo de pesquisa, os resultados tornam-se mais alinhados às necessidades práticas e mais facilmente implementáveis nas políticas públicas. Por fim, fortalece a legitimidade das políticas desenvolvidas, garantindo maior aceitação pública, pois refletem de maneira mais precisa os valores, as expectativas e as necessidades da sociedade (Raeder, 2024).

No Brasil, iniciativas como o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas e projetos de ciência cidadã exemplificam o sucesso da coprodução de conhecimento na formulação de políticas climáticas. Essas experiências demonstram como a integração de diferentes vozes e saberes pode resultar em evidências mais robustas e alinhadas às realidades locais, promovendo soluções mais legítimas e sustentáveis. Assim, a coprodução de conhecimento se consolida como uma estratégia indispensável para enfrentar os desafios climáticos de maneira justa e eficaz (Raeder, 2024).

4. INSTITUCIONALIZAÇÃO DE EVIDÊNCIAS: ESTRUTURAS E DOMÍNIOS FUNDAMENTAIS

A institucionalização de evidências é um conceito amplo e multifacetado, frequentemente descrito como um grande “guarda-chuva” conceitual devido à diversidade de definições e à ausência de consenso sobre seus limites (Kuchenmüller et al., 2022). Em termos gerais, refere-se ao estabelecimento de práticas, normas ou estruturas que se tornam duráveis, integradas e incorporadas ao funcionamento de organizações ou sistemas sociais no longo prazo. Apesar das variações conceituais, todas as definições convergem na ideia de viabilidade de longo prazo, em



que novas instituições se tornam estáveis, resilientes e difíceis de mudar, criando dependência de trajetória (path dependency), o que torna mudanças de curso custosas e complexas (Pierson, 2000).

Dois elementos fundamentais sustentam esse processo: legitimidade e naturalização. A legitimidade é a aceitação social de uma prática ou instituição como válida e alinhada a normas e valores da sociedade, garantindo apoio político e social. A naturalização ocorre quando essas práticas passam a fazer parte do cotidiano institucional, sendo realizadas de forma habitual e automática, sem depender de indivíduos específicos ou questionamentos frequentes (Kuchenmüller et al., 2022).

No campo das políticas informadas por evidências, institucionalização significa incorporar de forma sistemática dados e conhecimentos nos processos e estruturas governamentais, para que se tornem parte essencial da formulação, implementação e avaliação de políticas. No Brasil, esse processo inclui:

- Estruturas formais, como o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, que centraliza a coordenação de ações relacionadas à agenda climática.
- Mecanismos legais e normativos, como a Política Nacional sobre Mudança do Clima, que determina a consideração de evidências científicas na formulação de políticas públicas.
- Parcerias estratégicas com redes e instituições de pesquisa, como a Rede Clima e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), responsáveis por fornecer dados e análises atualizadas.
- Participação internacional ativa em organismos como o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), que oferece insumos técnicos fundamentais para orientar as estratégias de mitigação e adaptação.

Essas iniciativas combinadas fortalecem a integração das evidências na governança climática, promovendo políticas mais eficazes, legítimas e sustentáveis.

As estruturas institucionais moldam o processo de tomada de decisão: determinam quais temas entram na agenda pública, quais interesses são considerados e quais processos orientam a formulação de políticas. Assim, o contexto institucional pode tanto favorecer quanto restringir a integração de decisões baseadas em evidências (Pierson, 2000).

A Comissão Global de Evidências (2022) enfatiza que, para criar um ambiente propício ao uso de evidências, é necessário investir em capacidades, oportunidades e motivação. Isso exige sistemas nacionais de suporte resilientes, confiáveis e capazes de integrar informações locais e globais, com sínteses adaptadas a diferentes contextos e grupos sociais. Além disso, é fundamental equilibrar a aplicação de evidências com julgamento, empatia e humildade, especialmente em áreas complexas como a mudança do clima, que demandam soluções técnica e socialmente sensíveis (Global Commission on Evidence, 2022).



Por sua natureza inerentemente política, o uso de evidências em políticas públicas exige mais do que a simples adoção de práticas baseadas em dados científicos. Melhorar a utilização de evidências nas políticas públicas requer um sistema de boa governança das evidências, que incorpore princípios normativos tanto científicos quanto democráticos. Essa governança adequada deve priorizar a representação inclusiva de múltiplos interesses sociais, garantir a transparência nos processos de tomada de decisão e assegurar a responsabilidade no uso de evidências (Parkhurst, 2017). Dessa forma, é possível alcançar um equilíbrio entre validade científica e representatividade democrática, contribuindo para políticas públicas mais eficazes e justas.

Segundo Kuchenmüller et al. (2022), a institucionalização de Políticas Informadas por Evidências (PIE) requer uma base sólida composta por seis domínios interdependentes:

1. Governança – Estruturas e plataformas institucionais que promovem interações entre a pesquisa e a formulação de políticas, com mecanismos formais que assegurem continuidade e legitimidade, protegendo contra mudanças políticas ad hoc.
2. Padrões e Processos Rotineiros – Protocolos claros e documentados para a produção e uso de evidências, garantindo confiabilidade e reduzindo a dependência de indivíduos específicos.
3. Parcerias, Ação Coletiva e Suporte – Colaboração contínua entre pesquisadores, formuladores de políticas e sociedade civil, assegurando engajamento e troca de conhecimento.
4. Liderança e Compromisso – Lideranças que alocam recursos e promovem uma cultura institucional voltada para o uso de evidências.
5. Recursos – Disponibilidade de capital humano, financiamento e infraestrutura adequados para sustentar a tradução do conhecimento.
6. Cultura – Valores, crenças e práticas que legitimam e normalizam o uso de evidências no cotidiano das instituições.

Esses seis domínios funcionam como um mapa estratégico para criar sistemas resilientes, capazes de sustentar práticas baseadas em evidências no longo prazo, adaptando-se a diferentes contextos e desafios.

A institucionalização do uso de evidências nas políticas climáticas não é apenas uma questão técnica, mas também política e cultural. Ela depende de estruturas sólidas, de processos claros, de liderança comprometida e de uma cultura organizacional que valorize a ciência. Ao integrar os seis domínios apresentados, é possível criar sistemas capazes de sustentar decisões mais eficazes, legítimas e adaptáveis diante de um cenário climático em constante transformação.

5. O USO DE EVIDÊNCIAS NA AGENDA DE MUDANÇA DO CLIMA

O enfrentamento da crise climática exige que políticas públicas sejam concebidas, implementadas e avaliadas com base nas melhores evidências disponíveis. Mais do que um ideal técnico, essa prática é uma condição para aumentar a eficácia, a equidade e a legitimidade das decisões governamentais. Evidências robustas permitem antecipar riscos, priorizar ações e direcionar recursos de forma estratégica, reduzindo a desinformação e evitando que grupos vulneráveis sejam excluídos das soluções (Fisher; Dodman; Garside, 2018; Jagannathan et al., 2023).

Em países do Sul Global, a incorporação limitada de dados e pesquisas ao processo decisório ainda é um desafio. A ausência ou fragilidade de mecanismos que assegurem o uso consistente de evidências contribui para políticas fragmentadas, suscetíveis à descontinuidade e menos capazes de responder aos impactos climáticos. Por outro lado, experiências bem-sucedidas mostram que, quando fundamentadas em informações confiáveis, as políticas climáticas podem acelerar a transição para uma economia de baixo carbono, fortalecer a resiliência de comunidades e ampliar o alinhamento com compromissos internacionais como o Acordo de Paris (Fears et al., 2021).

Essas evidências podem assumir diferentes formas, cada uma desempenhando funções específicas ao longo do ciclo das políticas climáticas. A primeira categoria envolve dados e resultados específicos, como projeções de eventos extremos (secas, enchentes, ondas de calor) ou séries históricas de temperatura e precipitação. Essas informações são essenciais para orientar respostas imediatas e reduzir riscos de curto prazo. A segunda abrange tendências e padrões de longo prazo, fundamentais para embasar estratégias de planejamento, como projeções de desertificação, mudanças no regime de chuvas ou elevação do nível do mar. Por fim, a terceira categoria refere-se a melhorias metodológicas e orientações para uso de dados, que incluem o aperfeiçoamento de modelos climáticos, a padronização de protocolos e a integração de diferentes fontes de informação (Jagannathan et al., 2023).

No Brasil, essas categorias se articulam de forma complementar no ciclo das políticas climáticas. Dados e resultados específicos têm orientado tanto decisões setoriais quanto estratégias nacionais. Um exemplo do uso de dados específicos é o Relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, publicação periódica da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) que apresenta atualizações sobre a situação e a gestão dos recursos hídricos a partir de indicadores e estatísticas coletados em diferentes regiões do país (ANA, 2021). Em escala mais imediata, boletins do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) têm sido fundamentais para acionar defesas civis municipais diante de eventos extremos, como inundações e secas (Cemaden/MCTI, 2025).

Já o uso de evidências em tendências e padrões de longo prazo orientam o planejamento estratégico e o desenho de políticas mais estruturais. O Plano Nacional de Adaptação (PNA), por exemplo, incorporou projeções de mudanças no regime de chuvas e na disponibilidade hídrica para identificar áreas prioritárias de intervenção em setores como agricultura, saúde e recursos



hídricos a partir de projeções do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PNBC) e do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) (Ministério do Meio Ambiente, 2016).

Melhorias metodológicas e orientações para uso de dados têm fortalecido a qualidade das informações disponíveis e sua integração entre setores. Um exemplo é o desenvolvimento de indicadores nacionais de adaptação, como a plataforma AdaptaBrasil, coordenada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) em parceria com universidades e organizações da sociedade civil, que permite acompanhar de forma sistemática o progresso das políticas (MCTI, [s. d.]). Também se destaca a aplicação de revisões sistemáticas e mapas de lacunas, ferramentas fundamentais para consolidar o conhecimento científico, identificar áreas onde há carência de estudos e direcionar recursos e investimentos públicos para prioridades estratégicas, aumentando a eficácia de políticas e programas (Melo et al., 2024).

A Rede de Políticas Informadas por Evidências (EVIPNet), integrada ao Ministério da Saúde em 2009, desempenhou um papel central na promoção do uso de evidências científicas para embasar decisões no setor de saúde pública no Brasil. Essa iniciativa, vinculada à rede global criada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2005, fomentou a discussão sobre políticas baseadas em evidências no nível federal e incentivou a criação de Núcleos de Evidência (NEVs) em estados e municípios. Esses núcleos têm a função de produzir e adaptar informações científicas para atender às demandas locais, fortalecendo a governança e a tomada de decisão (Oliveira et al., 2020).

Mais recentemente, diversas instituições têm desempenhado papéis estratégicos na integração de evidências científicas às políticas de enfrentamento das mudanças climáticas no Brasil. O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), por exemplo, criou o Centro de Síntese em Meio Ambiente e Mudança do Clima (SIMACLIM), voltado a traduzir dados científicos em informações úteis para a tomada de decisão (MCTI, 2024). A Escola Nacional de Administração Pública (Enap), em parceria com o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) e a plataforma Apolitical, lançou curso online sobre a COP30 e processos de negociação climática, ampliando a capacidade de servidores públicos, jornalistas e sociedade civil de compreender e utilizar informações qualificadas no debate climático (MMA, 2025). Já o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), por meio do seu Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), fornece previsões meteorológicas e climáticas de alta precisão, fundamentais tanto para o monitoramento de eventos extremos quanto para subsidiar políticas de adaptação e mitigação em nível nacional (CPTEC/INPE, [s. d.]).

Contudo, apesar de algumas iniciativas, o uso de evidências no Brasil ainda enfrenta barreiras significativas. Estas incluem a falta de incentivos que estimulem gestores a recorrerem a evidências científicas e a indisponibilidade de recursos institucionais ou financeiros para sustentar essa prática. Mesmo que haja profissionais qualificados, a falta de estrutura e coordenação limita o impacto das capacidades individuais no ambiente institucional (Koga et al., 2020). Além disso, o formato e a acessibilidade das evidências influenciam seu uso. Estudos mostram que gestores públicos interagem mais frequentemente com fontes práticas, como bases de dados e especialistas governamentais, em vez de buscar apoio em pesquisas científicas (Palotti et al., 2022).



O Brasil conta com um conjunto de iniciativas na área de mudança do clima fundamentadas em evidências, tais como:

1. Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC): Instituída pela Lei nº 12.187, de 2009, a PNMC estabelece diretrizes para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a adaptação aos impactos das mudanças climáticas. Essa política foi fundamentada em estudos científicos que evidenciam a necessidade de ações mitigadoras e adaptativas.

2. Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA): Se Baseia-se em uma ampla gama de dados, incluindo projeções climáticas detalhadas, modelagem integrada de sistemas climáticos e hidrológicos, diagnósticos setoriais e informações sobre vulnerabilidades climáticas. Além disso, utiliza conhecimentos de diferentes fontes para identificar riscos e desenvolver estratégias de adaptação. Essa abordagem considera temas prioritários, como segurança hídrica, alimentar, energética, saúde e biodiversidade, fortalecendo a capacidade adaptativa para lidar com os impactos das mudanças climáticas, alinhando políticas às diretrizes voltadas para a justiça climática.

3. Plataforma Adapta Brasil: é uma plataforma desenvolvida pelo governo brasileiro para apoiar a adaptação às mudanças climáticas em diferentes setores e territórios do país. A iniciativa, liderada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) em parceria com o INPE e a Rede Nacional de Pesquisa (RNP), visa fornecer informações detalhadas e ferramentas práticas para avaliar os riscos climáticos e auxiliar na formulação de políticas públicas e estratégias adaptativas.

4. Comunicação Nacional: é um documento oficial que o Brasil submete periodicamente à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), com o objetivo de apresentar as ações e compromissos do país em relação às mudanças climáticas. Ela reúne informações sobre as emissões de gases de efeito estufa causadas por atividades humanas e as ações de remoção de gases por sumidouros, como florestas e outros ecossistemas. A comunicação também descreve as providências tomadas para implementar a Convenção no Brasil, incluindo medidas de adaptação e mitigação, políticas públicas e estratégias de desenvolvimento sustentável.

5. Relatórios Bienais de Transparência (BTR): Esses relatórios incluem a contabilização das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), o acompanhamento dos progressos e a comunicação das medidas de adaptação. O Brasil, por meio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), coordena esse processo. O BTR utiliza diversas evidências para embasar suas análises, garantindo a precisão e a transparência. Entre as principais fontes de dados estão os inventários nacionais de emissões de gases de efeito estufa e remoções de carbono, baseados nas diretrizes do IPCC. Também são considerados o progresso na implementação das NDCs, com indicadores detalhados sobre as políticas e ações adotadas, além das informações sobre os impactos das mudanças climáticas e as políticas de adaptação.



6. Planos de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia e no Cerrado (PPCDam e PPCerrado): Esses planos foram implementados para reduzir o desmatamento e, conseqüentemente, as emissões de gases de efeito estufa associadas. As estratégias adotadas foram baseadas em monitoramentos por satélite e estudos sobre as causas do desmatamento, permitindo ações mais eficazes.

7. Redução do Desmatamento e da Degradação Florestal: A prevenção do desmatamento é uma das formas mais eficazes de reduzir as emissões de CO₂, especialmente em regiões tropicais. Programas como o REDD+ (Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal) visam incentivar a proteção e o manejo sustentável das florestas.

8. Plano Nacional de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC): Parte da PNMC, o Plano ABC foi lançado para incentivar práticas agrícolas sustentáveis que reduzam as emissões de GEE (MMA, 2015). Entre suas principais ações estão: recuperação de pastagens degradadas, integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) e fixação biológica de nitrogênio, práticas que aumentam a produtividade, evitam a expansão sobre áreas florestais e reduzem o uso de fertilizantes químicos. Evidências científicas mostram os benefícios dessas técnicas para a mitigação das emissões e a conservação ambiental, reforçando seu uso como política de promoção da agricultura de baixo carbono.

9. Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PLANAVEG): O PLANAVEG foi criado para promover a restauração de áreas degradadas, visando recuperar parte da vegetação nativa até 2030, conforme estabelecido nas metas da NDC do Brasil.

10. Fundo Amazônia: financia projetos voltados para a prevenção, monitoramento e combate ao desmatamento, além da promoção da conservação e do uso sustentável das florestas na Amazônia Legal. Ele é alimentado por doações internacionais, com destaque para Noruega e Alemanha, e apoia iniciativas que promovem o desenvolvimento sustentável e a redução do desmatamento.

11. Sistema de Registro Nacional de Emissões (Sirene): é a plataforma brasileira que registra e monitora as emissões de gases de efeito estufa em diferentes setores. Ele é fundamental para monitorar as emissões do desmatamento e garantir o cumprimento das metas estabelecidas nas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs).

12. Simulador Nacional de Políticas Setoriais e Emissões (SINAPSE): é uma ferramenta de simulação que permite avaliar o impacto de políticas públicas sobre as emissões de GEE em diferentes setores. Ele é utilizado para modelar políticas no setor de uso da terra, ajudando a prever as consequências das ações sobre o desmatamento e as emissões associadas.



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de evidências nas políticas climáticas brasileiras, embora reconhecido como essencial, ainda enfrenta um percurso de amadurecimento institucional. Mais do que um insumo técnico, as evidências são um elemento estruturante da governança climática, pois determinam a capacidade do Estado de antecipar riscos, planejar respostas e avaliar a efetividade das ações. A análise desenvolvida neste capítulo mostra que a construção de uma política climática robusta exige superar obstáculos como a fragmentação institucional, a ausência de protocolos comuns e a descontinuidade de programas, além de investir em capacidades técnicas e arranjos de cooperação duradouros.

Os exemplos apresentados demonstram que, quando integradas de forma consistente, as evidências podem orientar desde ações emergenciais — como o acionamento de defesas civis em eventos extremos — até estratégias de longo prazo, como a transição para uma agricultura de baixo carbono e a adaptação de cidades às novas condições climáticas. Essa diversidade de aplicações evidencia que a institucionalização do uso de informações não é um processo linear, mas um conjunto de práticas e interações que devem se fortalecer mutuamente ao longo do ciclo de políticas públicas.

Além disso, o estudo aponta que a incorporação de saberes tradicionais, registros históricos e experiências comunitárias é fundamental para aumentar a legitimidade e a efetividade das políticas. Esses conhecimentos ampliam a capacidade de resposta a desafios complexos, especialmente em territórios vulneráveis, onde soluções padronizadas frequentemente falham. A valorização dessa pluralidade, combinada a mecanismos formais de integração e proteção contra descontinuidades políticas, pode criar as bases para um sistema de governança climática mais resiliente e inclusivo.

Assim, este capítulo contribui para o debate sobre como transformar evidências em ação, mostrando que seu potencial vai muito além da simples disponibilização de dados. É preciso criar condições políticas, institucionais e culturais para que o conhecimento circule, seja apropriado por diferentes atores e se traduza em mudanças concretas, capazes de responder à urgência da crise climática e às demandas de justiça socioambiental no Brasil.

02

**Diagnóstico e Projeções
para o Brasil e o Mundo**



1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas já deixaram de ser uma ameaça distante e hoje constituem uma realidade concreta, com impactos observados em todas as regiões do planeta. O Sexto Relatório de Avaliação do IPCC mostra que o aquecimento global já ultrapassou 1 °C acima dos níveis pré-industriais, provocando eventos extremos mais frequentes e intensos, como ondas de calor, secas prolongadas, tempestades severas e chuvas intensas (IPCC, 2023). Esses fenômenos afetam diretamente ecossistemas, economias e sociedades, ampliando desigualdades e exigindo respostas coordenadas e baseadas em evidências.

No Brasil, os efeitos são igualmente evidentes: crises hídricas recorrentes, perdas agrícolas, degradação de biomas estratégicos como Amazônia, Cerrado, Pantanal e Caatinga, além de impactos mais severos sobre comunidades vulneráveis. A combinação de vulnerabilidades estruturais e dependência de setores sensíveis ao clima torna o país particularmente exposto, mas também capaz de liderar soluções em mitigação e adaptação.

Este capítulo tem como objetivo oferecer um diagnóstico atualizado das tendências e projeções climáticas, com foco nos impactos já observados e nos cenários possíveis até o final do século. Ao destacar riscos e vulnerabilidades físicas, econômicas e ambientais, busca fornecer subsídios práticos para gestores públicos, apoiando a formulação de políticas climáticas eficazes, sustentáveis e socialmente justas.

2. PANORAMA HISTÓRICO E GLOBAL DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A compreensão contemporânea das mudanças climáticas resulta de um processo histórico que articula ciência, economia e política internacional. Para gestores públicos, conhecer esse percurso é essencial, pois ajuda a entender como se formou a base de evidências que sustenta a formulação de políticas climáticas no Brasil e no mundo, além de oferecer lições sobre os desafios de governança em longo prazo.

O conhecimento sobre a influência humana no clima não é recente. Já em 1824, Joseph Fourier descreveu o efeito estufa como um mecanismo natural que mantém a Terra aquecida. Em 1859, John Tyndall demonstrou experimentalmente a capacidade de gases como dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄) de reter calor. No fim do século XIX, Svante Arrhenius calculou que a duplicação do CO₂ atmosférico poderia elevar a temperatura global em até 5 °C. Esses estudos pioneiros lançaram as bases científicas que mais tarde seriam confirmadas por medições empíricas (Weart, 2008).



Com a Revolução Industrial no século XVIII, a queima intensiva de carvão e a conversão de florestas em áreas agrícolas deram início a um ciclo de emissões que rompeu o equilíbrio atmosférico. A urbanização acelerada e a industrialização no século XIX consolidaram essa trajetória, mas foi no pós-Segunda Guerra Mundial que o processo atingiu uma nova magnitude, descrita como Grande Aceleração. Desde 1950, observam-se curvas exponenciais de crescimento populacional, consumo energético, uso de fertilizantes, emissões de CO₂ e perda de biodiversidade (Steffen et al., 2015). Essa aceleração levou cientistas a propor a entrada em uma nova época geológica, o Antropoceno, caracterizada pela ação humana como principal força de transformação planetária (Crutzen, 2002; Rockström et al., 2009).

3. CONSOLIDAÇÃO DO CONSENSO CIENTÍFICO

Um marco decisivo ocorreu em 1958, quando Charles Keeling iniciou as medições contínuas de CO₂ no Observatório de Mauna Loa, no Havaí. A chamada curva de Keeling mostrou de forma irrefutável a tendência de aumento atmosférico desse gás. Nas décadas seguintes, eventos extremos como secas prolongadas, ondas de calor e enchentes aumentaram a visibilidade do tema (Weart, 2003).

Em 1972, a Conferência de Estocolmo inaugurou a diplomacia ambiental multilateral, e o relatório *Limits to Growth* (Meadows et al., 1972) alertou para os limites físicos do crescimento econômico. Em 1987, o Relatório Brundtland introduziu o conceito de desenvolvimento sustentável, definindo-o como aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer as futuras gerações. Pouco depois, em 1988, foi criado o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change- IPCC) no âmbito da ONU, responsável por sintetizar e avaliar as evidências científicas globais (IPCC, [s. d.]).

Os relatórios do IPCC têm desempenhado papel central na construção do consenso internacional, mostrando de forma crescente a responsabilidade humana pelo aquecimento global e alertando para riscos graves à economia, à saúde e à segurança alimentar (IPCC, 1990, 2023).

A Conferência do Rio de Janeiro (ECO-92) consolidou esse movimento ao aprovar a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), que entrou em vigor em 1994. O tratado estabeleceu o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, reconhecendo a responsabilidade histórica dos países industrializados e a necessidade de apoiar os países em desenvolvimento (UN, 1992).

Em 1997, ainda no âmbito das Nações Unidas, foi aprovado o Protocolo de Kyoto, o primeiro instrumento internacional a estabelecer metas obrigatórias de redução de emissões para países



desenvolvidos (UN, 1998). Entretanto, sua eficácia foi limitada. Os Estados Unidos não o ratificaram, e o crescimento das emissões nos países emergentes não foi contemplado de forma robusta (Okereke, 2018). Ainda assim, Kyoto introduziu mecanismos de mercado, como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que tiveram relevância em países como o Brasil (Lazaro; Gremaud, 2017).

A aprovação do Acordo de Paris, em 2015, representou uma inflexão paradigmática no regime climático internacional. Em substituição a metas previamente impostas, estabeleceu-se o sistema das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), por meio do qual cada Estado define seus próprios compromissos (UN, 2016). Tal arranjo procura articular flexibilidade e ambição, ao reconhecer as distintas capacidades nacionais. Ademais, o Acordo instituiu mecanismos de transparência, previu a mobilização anual de US\$ 100 bilhões destinados ao apoio de países em desenvolvimento e determinou revisões periódicas do nível coletivo de ambição.

Apesar de seu caráter inovador, o Acordo de Paris enfrenta críticas importantes. Como não possui mecanismos fortes de punição para quem não cumpre as metas, ele depende sobretudo da disposição política e da capacidade dos países de implementarem suas promessas. Esse desenho cria o risco de uma “armadilha da ambição”, onde governos são pressionados a anunciar metas cada vez mais ousadas para manter credibilidade internacional, mas muitas vezes sem os meios necessários para colocá-las em prática (Tørstad et al., 2025). Dessa maneira, para que o Acordo de Paris mantenha sua credibilidade a longo prazo, é necessário alinhar ambição e viabilidade, garantindo que os compromissos sejam ao mesmo tempo ambiciosos e realistas.

4. ECONOMIA POLÍTICA DO CLIMA

A trajetória histórica revela a profunda desigualdade climática. Países industrializados do Norte Global são responsáveis pela maior parte das emissões acumuladas, enquanto países do Sul Global enfrentam os impactos mais severos, apesar de contribuírem menos para o problema. Essa assimetria gerou tensões persistentes nas negociações, especialmente em torno do financiamento climático, da transferência de tecnologia e das perdas e danos (Chen, 2021; Pauw et al., 2014).

Atualmente, grandes emissores como China, Índia e Brasil ocupam papel ambíguo. Por um lado, são países em desenvolvimento, mas também protagonistas em emissões globais. O Brasil, por exemplo, figura entre os maiores emissores em razão do desmatamento, mas também se apresenta como líder em energia renovável e agricultura de baixo carbono (Coelho et al., 2024). Essa posição reforça a importância de alinhar políticas nacionais às responsabilidades internacionais.



5. IMPACTOS OBSERVADOS DAS MUDANÇAS DO CLIMA

As mudanças climáticas já produzem impactos significativos e generalizados em ecossistemas, sociedades humanas e economias, ultrapassando a variabilidade natural do clima e ampliando riscos para populações vulneráveis (IPCC, 2014; 2018). Esses impactos se manifestam tanto em processos graduais, como a elevação do nível do mar, a acidificação dos oceanos, o recuo de geleiras e a degradação dos solos, quanto em eventos abruptos, como ondas de calor, secas intensas, incêndios florestais de grandes proporções, ciclones mais intensos e o branqueamento de corais (IPCC, 2018).

Esses efeitos, entretanto, não se distribuem de forma uniforme. Populações vulneráveis enfrentam maiores riscos, uma vez que dependem diretamente de ecossistemas sensíveis e dispõem de menos recursos para se adaptar. A intensificação de eventos extremos tem dificultado a adaptação desses grupos, que já sofrem com múltiplas pressões sociais e econômicas. A agricultura, por exemplo, mostra sinais de redução de produtividade, sobretudo em regiões de latitudes médias e baixas, onde a insegurança alimentar se agrava. Estima-se que milhões de pessoas já tenham sido expostas a crises alimentares agudas, com maior incidência em África, Ásia e América Latina (IPCC, 2023).

A saúde humana também vem sendo fortemente impactada. O aquecimento global tem ampliado as áreas de reprodução de vetores como mosquitos, favorecendo a propagação de doenças como malária e dengue. Nas áreas urbanas, ondas de calor mais intensas prejudicam o funcionamento de infraestruturas críticas, como transporte, abastecimento de água e energia, e acentuam desigualdades sociais, afetando sobretudo populações marginalizadas em assentamentos informais e precários (IPCC, 2023).

Eventos extremos já estão associados a perdas sociais e ambientais significativas, comprometendo infraestrutura física e elevando custos econômicos que tendem a crescer de forma não linear à medida que a temperatura global aumenta (IPCC, 2023a). Além disso, as mudanças climáticas têm exacerbado crises humanitárias, na medida em que a interação entre extremos climáticos, pobreza e conflitos gera deslocamentos forçados. Milhões de pessoas já foram obrigadas a migrar em razão de secas, enchentes e elevação do nível do mar, especialmente em pequenos Estados insulares e regiões costeiras, perpetuando vulnerabilidades e ampliando os desafios de adaptação (IPCC, 2023).

6. TENDÊNCIAS OBSERVADAS

O monitoramento sistemático do clima nas últimas décadas evidencia tendências consistentes de alteração nos principais parâmetros atmosféricos. Essas mudanças não podem mais ser atribuídas apenas à variabilidade natural, uma vez que elas refletem um sinal inequívoco do aquecimento global induzido pelas atividades humanas. A seguir, são discutidas as principais tendências observadas em temperatura, precipitação, secas e tempestades, com destaque para implicações regionais na América do Sul e no Brasil.

O Quadro 1 sintetiza as principais tendências observadas nas variáveis climáticas globais e nacionais (temperatura, precipitação, secas e tempestades), destacando seus efeitos mais relevantes e as implicações práticas para o Brasil.

Quadro 1– Tendências observadas (variáveis climáticas)

Variável	Tendência Global	Tendência no Brasil	Implicações
Temperatura	+0,2 °C/década desde 1970; mais ondas de calor	Aumento mais intenso no Norte e Centro-Oeste; noites mais quentes	Pressão sobre saúde, agricultura e energia
Precipitação	Mais extremos em várias regiões	Mais chuvas no Sul/Sudeste; queda no Nordeste e Amazônia	Risco de enchentes urbanas e escassez hídrica
Secas	Mais frequentes em regiões áridas (África, Chile, EUA)	Semiárido nordestino e Amazônia com secas severas	Desertificação, perda agrícola, crise hídrica
Tempestades	Mais ciclones tropicais intensos (cat. 4 e 5)	Chuvas extremas urbanas; ciclones no Sul	D a n o s à infraestrutura, alagamentos, perdas humanas

Fonte: IPCC (2023)

a) Temperatura

O aquecimento global constitui o sinal mais robusto das mudanças climáticas. Desde 1950, observa-se um aumento contínuo no número de dias e noites quentes e uma redução nos eventos frios. Ondas de calor estão se tornando mais frequentes, intensas e duradouras, enquanto eventos de frio extremo diminuem progressivamente. Ainda que existam variações regionais, o padrão de aquecimento é consistente em escala global, com maior intensidade em altas latitudes e sobre os continentes (IPCC, 2023).



Na América do Sul, estudos apontam um aumento expressivo na frequência de ondas de calor, embora algumas sub-regiões apresentem variações sazonais que atenuam parcialmente o fenômeno. Os extremos noturnos, com temperaturas mínimas mais altas, têm crescido de forma mais acelerada que os diurnos, o que impacta diretamente a saúde humana, a agricultura e os ecossistemas. Projeções indicam que cada incremento de 0,5 °C na média global intensifica de maneira significativa os extremos quentes e reduz a ocorrência de frios, especialmente em latitudes médias (IPCC, 2023a).

Em síntese, as evidências demonstram que o aquecimento global não apenas persiste, mas se acelera, com efeitos já perceptíveis sobre sociedades e ecossistemas, exigindo respostas urgentes de mitigação e adaptação.

b) Precipitação

As mudanças na precipitação apresentam padrões mais complexos, com alta variabilidade espacial e temporal. Ainda assim, há consenso de que a intensidade e a frequência de chuvas extremas aumentaram em várias regiões do planeta, sobretudo em relação à precipitação máxima em um único dia. Esse crescimento tem sido observado em regiões úmidas e secas, incluindo América do Norte, Europa, Ásia e áreas de monções (IPCC, 2023a).

Na América do Sul, contudo, os dados mostram contrastes. Enquanto algumas regiões registram aumento de chuvas intensas, áreas como a Amazônia e o sudeste do continente apresentam redução da precipitação extrema. O Nordeste do Brasil também mostra tendência de queda em chuvas extremas diárias, reforçando os riscos de escassez hídrica. Apesar das incertezas metodológicas associadas à curta duração das séries e à baixa cobertura espacial de estações meteorológicas, as evidências indicam que eventos de precipitação extrema se tornam mais frequentes e impactantes, sobretudo em áreas urbanas densamente povoadas (IPCC, 2023a).

c) Secas

As tendências globais de secas são heterogêneas. Em algumas regiões, como Amazônia, sudoeste dos EUA e Chile, a frequência e a severidade de estiagens aumentaram nas últimas décadas. No Nordeste brasileiro, processos de aridização e desertificação vêm sendo documentados, ampliando a vulnerabilidade socioeconômica. Em contrapartida, regiões como o norte da Europa e o centro da América do Norte apresentam redução na frequência de secas meteorológicas (IPCC, 2023a).



As projeções reforçam que o risco de secas extremas aumenta substancialmente com níveis de aquecimento acima de 1,5 °C e 2 °C, atingindo sobretudo o sul da Europa, o Mediterrâneo, o Nordeste do Brasil e o sul da África. Nesse cenário, medidas de adaptação, como o fortalecimento da gestão integrada de recursos hídricos e o planejamento territorial, tornam-se centrais para reduzir impactos sobre sistemas naturais e socioeconômicos (IPCC, 2018).

d) Tempestades Tropicais e Extratropicais

As evidências e projeções sugerem mudanças relevantes no comportamento de tempestades tropicais e extratropicais. Para os ciclones tropicais, espera-se aumento da proporção de eventos intensos (categorias 4 e 5), com ventos mais fortes e chuvas associadas mais volumosas, ampliando riscos de inundações costeiras, especialmente quando combinados à elevação do nível do mar (IPCC, 2023a).

Quanto às tempestades extratropicais (ETCs), as análises indicam deslocamento das trajetórias em direção aos polos, leve aumento da precipitação associada e possível redução no número de eventos intensos em algumas regiões. Contudo, mesmo quando menos frequentes, as chuvas durante ETCs devem ser mais intensas, elevando riscos de alagamentos e deslizamentos. Além disso, a queda de neve associada a ETCs de inverno tende a diminuir, em consonância com o aquecimento das altas latitudes (IPCC, 2023a).

Essas mudanças projetadas reforçam a necessidade de aprimorar modelos climáticos e sistemas de previsão, de forma a reduzir incertezas e apoiar uma gestão de riscos mais eficaz diante de um cenário de tempestades mais intensas e impactos amplificados.

7. IMPACTOS DO CLIMA OBSERVADOS NO BRASIL: DIMENSÃO FÍSICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL

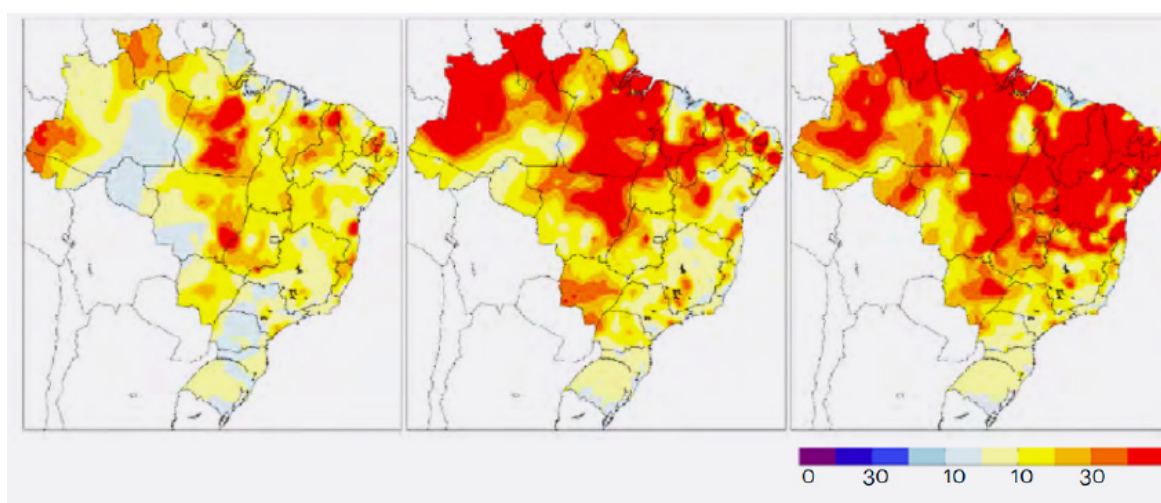
As mudanças do clima vêm se manifestando de forma crescente no Brasil, com efeitos que atravessam dimensões físicas, econômicas e ambientais e exigem respostas urgentes e integradas dos gestores públicos. O aumento da frequência e intensidade de eventos extremos, como ondas de calor, secas e chuvas intensas, está diretamente associado a transformações em sistemas naturais e socioeconômicos, comprometendo a segurança alimentar, a estabilidade ambiental e o bem-estar da população. As análises apresentadas a seguir são baseadas no relatório Mudança do Clima no Brasil – Síntese Atualizada e Perspectivas para Decisões Estratégicas (Coelho et al., 2024), elaborado pelo MCTI, que sistematiza evidências recentes para orientar a tomada de decisão.

a) Dimensão física

Do ponto de vista físico, o país já enfrenta alterações significativas em seus padrões climáticos. Entre 1991 e 2020, ondas de calor se tornaram mais frequentes e duradouras, ampliando pressões

sobre setores críticos, como agricultura, saúde e disponibilidade hídrica. O caso da Amazônia é particularmente preocupante: a interação entre desmatamento e mudanças climáticas ameaça levar o bioma a um ponto de não retorno, comprometendo sua capacidade de regular o clima regional e global. Outros biomas, como Cerrado e Caatinga, mostram vulnerabilidade crescente, marcada por redução de chuvas, aumento de temperaturas e avanço de processos de desertificação e perda de biodiversidade.

Figura 1– Anomalias de ondas de calor (WSDI) observadas para três períodos: 1991--2000, 2001--2010 e 2011--2020, usando o período de 1961--1990 como referência.



Fonte: Mudança do Clima no Brasil-Síntese Atualizada e Perspectivas para Decisões Estratégicas(Coelho et al., 2024)

A Figura 1 evidencia essa trajetória: as anomalias de ondas de calor (WSDI) aumentaram progressivamente entre 1991 e 2020, com maior intensidade em regiões já vulneráveis, como a Amazônia e o Nordeste. Esse padrão é consistente com o aquecimento global e reforça a urgência de medidas de mitigação e adaptação direcionadas a setores-chave como agricultura, saúde pública e gestão de recursos hídricos.

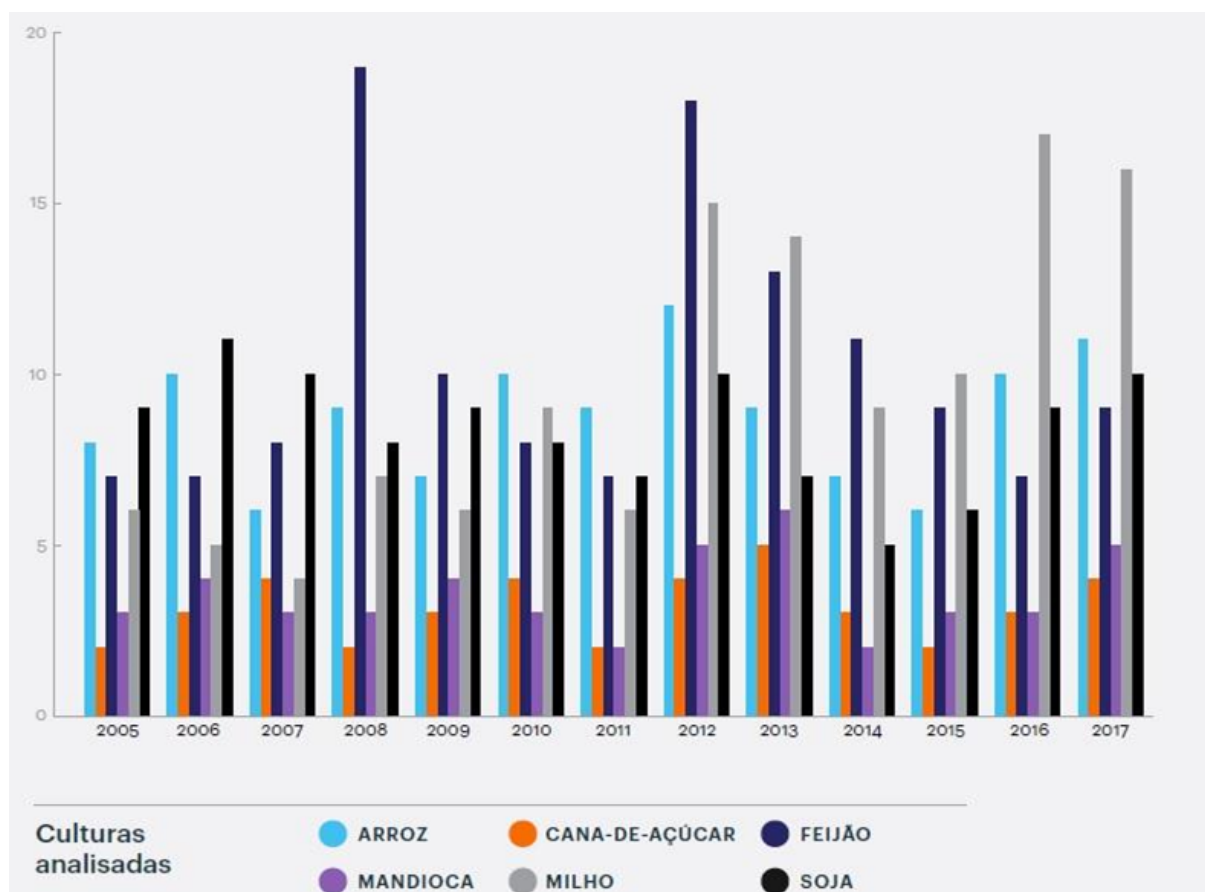
b) Dimensão econômica

Na dimensão econômica, os impactos climáticos são particularmente evidentes no setor agrícola, um dos pilares da economia brasileira e central para a segurança alimentar global. Perdas significativas em culturas estratégicas, como soja, milho e cana-de-açúcar, têm sido registradas com maior frequência em razão de secas prolongadas, chuvas irregulares e maior incidência de pragas e doenças relacionadas ao clima.

Entre 2005 e 2017, os índices de perdas do plantio à pré-colheita cresceram de forma expressiva (Figura 2), revelando a vulnerabilidade da produção agropecuária. Essas perdas afetam a rentabilidade dos produtores e comprometem cadeias produtivas, exportações e a

segurança alimentar do próprio país. Além disso, ao pressionar preços e aumentar custos de mitigação de riscos, os impactos climáticos geram efeitos multiplicadores sobre a economia nacional, com consequências fiscais e sociais.

Figura 2– Índices de perdas do plantio até a pré-colheita das principais culturas presentes entre 2005 e 2017



Fonte: Mudança do Clima no Brasil -- Síntese Atualizada e Perspectivas para Decisões Estratégicas (Coelho et al., 2024)

c) Dimensão ambiental

Os impactos ambientais também são expressivos e comprometem serviços ecossistêmicos essenciais. A regulação climática, a fertilidade dos solos, o ciclo hidrológico e a polinização estão sob ameaça direta da degradação ambiental e do aquecimento global. A perda acelerada de biodiversidade em biomas como a Amazônia e o Cerrado reduz a capacidade de suporte desses ecossistemas, afetando agricultura, geração de energia e abastecimento de água.



O ambiente marinho enfrenta igualmente pressões. O aquecimento e a acidificação dos oceanos impactam comunidades costeiras e a pesca artesanal, colocando em risco a subsistência de milhões de brasileiros. Essa dimensão ressalta que os efeitos climáticos ultrapassam o ambiente terrestre, alcançando ecossistemas marinhos e atividades econômicas associadas.

d) Desigualdades e vulnerabilidades sociais

É importante destacar que esses impactos não são distribuídos de maneira uniforme. Pequenos agricultores, povos indígenas e moradores de periferias urbanas estão entre os grupos mais expostos e menos capazes de absorver choques climáticos. A limitação de acesso a recursos financeiros, tecnologias de mitigação e suporte institucional amplifica a vulnerabilidade desses segmentos. Assim, a mudança climática não se configura apenas como crise ambiental, mas como ameaça direta ao desenvolvimento sustentável e à estabilidade socioeconômica do Brasil.

Os impactos observados revelam que o enfrentamento da crise climática demanda mais do que respostas setoriais isoladas. A integração de políticas públicas baseadas em evidências, a proteção dos ecossistemas e a promoção de práticas produtivas sustentáveis são indispensáveis para mitigar danos já presentes e preparar o país para os desafios futuros. Longe de ser apenas uma obrigação ambiental, esse compromisso representa também uma oportunidade estratégica: posicionar o Brasil como líder em uma transição justa para uma economia resiliente, sustentável e atenta à justiça climática.

8. CENÁRIOS DE IMPACTO CLIMÁTICO

Os cenários climáticos oferecem uma visão prospectiva dos riscos que o planeta enfrentará nas próximas décadas. Eles não devem ser entendidos como previsões exatas, mas como projeções baseadas em diferentes trajetórias de emissões e políticas de mitigação. Essa abordagem permite avaliar as possíveis consequências das escolhas atuais para o futuro.

2021–2040: Aquecimento imediato e riscos crescentes

Segundo os entendimentos do Acordo de Paris, no curto prazo, entre 2021 e 2040, espera-se que o aquecimento global atinja 1,5°C acima dos níveis pré-industriais, o que resultará em um aumento inevitável de riscos climáticos para ecossistemas e seres humanos (IPCC, 2023b). No entanto, estudos indicam que a temperatura já superou o limiar de 1,5°C e que os 2°C serão atingidos antes de 2030 (Brasil, 2024).



Nesse horizonte de curto prazo, os riscos climáticos se intensificam de forma inevitável. Ondas de calor mais frequentes e longas, secas severas e chuvas extremas ampliarão as pressões sobre ecossistemas e populações. Mesmo com ações de adaptação, muitos desses riscos não poderão ser evitados, especialmente em regiões e comunidades mais vulneráveis, que já enfrentam limitações de infraestrutura, saúde e recursos (IPCC, 2023b).

Box 1. – Mudanças climáticas, recursos hídricos e saneamento

As mudanças climáticas estão exacerbando a crise hídrica global, com repercussões diretas sobre os sistemas naturais e sobre setores essenciais, como o de saneamento. Segundo relatório das Nações Unidas sobre mudança do clima e direitos humanos à água e ao saneamento, um aumento de 1 °C na temperatura média global pode afetar a disponibilidade de água para cerca de 8% da população mundial, proporção que pode chegar a 14% com um aumento de 2 °C (Agudo, 2022). Essa escassez crescente, somada à degradação da qualidade da água, traz impactos particularmente severos para comunidades vulneráveis, onde o acesso à água potável já é limitado.

Globalmente, o aumento das temperaturas vem reduzindo os recursos renováveis de água superficial e subterrânea, sobretudo em regiões áridas e semiáridas. Eventos extremos como secas, chuvas intensas e ciclones também se intensificam, afetando sistemas hídricos na África, Ásia e Caribe, além de agravar a salinização de aquíferos costeiros em países como Bangladesh e Maldivas (IPCC, 2023). Na América do Sul e Central, espera-se maior competição pelo uso da água entre setores e territórios, o que pode elevar tarifas e penalizar populações vulneráveis. O aquecimento ainda acelera a evapotranspiração, reduzindo fluxos fluviais e aumentando a concentração de contaminantes (Agudo, 2022). No Brasil, os efeitos projetados são desiguais: Norte, Nordeste e Centro-Oeste podem ter redução de até 40% na disponibilidade hídrica até 2040, comprometendo abastecimento urbano, agricultura e geração hidrelétrica. No Sul, a tendência é de aumento da oferta, mas com maior variabilidade, exigindo gestão mais adaptativa (ANA, 2024).

Entre 2002 e 2019, o aquecimento acelerado nas regiões tropicais da América do Sul foi acompanhado por alterações nos padrões de precipitação e vento, resultando em reduções significativas das chuvas



em várias partes do continente. No Brasil, dados do INPE confirmam um aumento contínuo nos períodos de seca, com destaque para o Nordeste, onde a média de dias consecutivos secos passou de 80 para cerca de 100 dias. Eventos como as secas da Amazônia (2005, 2010, 2023), do Nordeste (2012–2015) e do Sudeste (2001, 2014/2015, 2020/2021) evidenciam a vulnerabilidade do país frente a extremos climáticos recorrentes (Coelho et al., 2024).

Esses cenários ressaltam que os impactos climáticos sobre o acesso à água e ao saneamento básico se somam às desigualdades estruturais já existentes. Populações em situação de pobreza e marginalização, que dependem de serviços precários ou inexistentes, são as mais atingidas, criando ciclos de vulnerabilidade. A superexploração e a poluição de rios e aquíferos agravam ainda mais a crise, ampliando os efeitos socioeconômicos. Assim, torna-se essencial investir em estratégias de adaptação que fortaleçam a resiliência social e ecológica e garantam a universalização do acesso à água potável e ao saneamento seguro, priorizando os direitos humanos fundamentais e a equidade (Agudo, 2022).

2041–2100: Escalada de impactos em cenários de altas emissões

No médio e longo prazo, entre 2041 e 2100, os impactos serão ainda maiores à medida que o aquecimento ultrapassar 2°C, processo que deve ser acelerado sem medidas eficazes de mitigação. Neste cenário, a perda de biodiversidade se tornará mais grave, com riscos extremos de extinção de espécies em ecossistemas terrestres, marinhos e costeiros. A degradação dos ecossistemas se tornará mais frequente e intensa, afetando serviços ecossistêmicos essenciais para a sobrevivência humana, como a polinização e a produção de alimentos (IPCC, 2018).

A segurança alimentar será comprometida, especialmente em regiões vulneráveis, como África Subsaariana, América Latina e sul da Ásia, onde a produção agrícola será afetada por secas, inundações e ondas de calor mais intensas. Além disso, a saúde dos solos será prejudicada, aumentando a incidência de pragas e doenças, e reduzindo a biomassa marinha, afetando a produtividade pesqueira e agrícola (IPCC, 2023b).

Os impactos sobre a saúde humana também serão mais graves, com um aumento contínuo na exposição a doenças transmitidas por vetores. O estresse térmico resultará em maior mortalidade e morbidade, enquanto problemas de saúde mental, como ansiedade e depressão, se tornarão



mais prevalentes devido a eventos climáticos extremos e perdas de meios de subsistência. As cidades e infraestruturas enfrentarão desafios significativos, especialmente nas regiões costeiras e nas áreas com infraestrutura precária. A população exposta a inundações costeiras aumentará drasticamente, e o custo dos danos e da reconstrução urbana deverá atingir trilhões de dólares até 2100 (IPCC, 2023a).

Projeta-se que os danos econômicos globais aumentem de forma não linear com o aquecimento, afetando mais intensamente os países em desenvolvimento e exacerbando desigualdades sociais e econômicas. O deslocamento forçado de populações crescerá, especialmente devido a enchentes, ciclones e secas, pressionando regiões já vulneráveis. Embora a influência das mudanças climáticas sobre conflitos violentos seja considerada moderada, o agravamento de vulnerabilidades pode intensificar tensões sociais em algumas regiões (IPCC, 2018).

Durante este século, os riscos climáticos e seus impactos dependerão fortemente de ações urgentes e ambiciosas de mitigação. Mesmo ações previstas para limitar o aquecimento a 1,5°C não evitariam todos os danos e perdas, mas poderiam reduzir significativamente os riscos para ecossistemas e populações vulneráveis. Sem uma resposta coordenada, os impactos continuarão a escalar. A mitigação eficaz e a adaptação transformadora são essenciais para evitar os piores cenários e assegurar um futuro sustentável para as próximas gerações (IPCC, 2018).

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O diagnóstico apresentado neste capítulo evidencia que as mudanças climáticas já produzem impactos significativos e mensuráveis sobre sistemas naturais e socioeconômicos, tanto no mundo quanto no Brasil. Os dados mostram tendências claras de aumento das temperaturas, maior variabilidade das chuvas, intensificação de secas e ocorrência mais frequente de eventos extremos, como ondas de calor e tempestades. Esses efeitos não são distribuídos de maneira uniforme: recaem com maior intensidade sobre populações vulneráveis, biomas sensíveis e setores econômicos estratégicos.

No curto prazo (2021–2040), o aquecimento global deverá consolidar a superação da marca de 1,5 °C, ampliando riscos inevitáveis mesmo em cenários de adaptação. No médio e longo prazo (2041–2100), a continuidade de trajetórias de altas emissões pode levar a um mundo 2 a 3 °C mais quente, com perdas irreversíveis de biodiversidade, crises alimentares, pressões sobre sistemas urbanos e deslocamentos populacionais em larga escala.



Para o Brasil, os desafios são particularmente críticos. O país enfrenta crises hídricas, perdas agrícolas, riscos à matriz energética hidrelétrica e degradação de biomas estratégicos como Amazônia, Cerrado, Pantanal e Caatinga. Ao mesmo tempo, detém vantagens comparativas importantes, como uma matriz elétrica relativamente limpa e experiência acumulada em agricultura de baixo carbono. Essas condições reforçam a necessidade de respostas integradas que conciliem mitigação, adaptação e justiça social.

Do ponto de vista prático, três implicações se destacam para gestores públicos:

1. Incorporar o risco climático no planejamento de políticas setoriais e territoriais, reduzindo a exposição da população e da infraestrutura a eventos extremos.
2. Investir em adaptação transformadora, fortalecendo sistemas de alerta, gestão de recursos hídricos, agricultura resiliente e proteção de ecossistemas.
3. Apostar na mitigação como oportunidade estratégica, acelerando a transição energética, estimulando inovação verde e posicionando o Brasil como liderança internacional em soluções sustentáveis.

Em síntese, a mudança climática não é apenas uma questão ambiental, mas um desafio de desenvolvimento nacional. Responder a esse desafio de forma coordenada e baseada em evidências permitirá não apenas reduzir vulnerabilidades, mas também aproveitar oportunidades de construir um país mais sustentável, justo e resiliente para as próximas gerações.

03

**Políticas, Planos e Ações
para o Enfrentamento
da Crise Climática**



1. INTRODUÇÃO

Se o Capítulo 1 discutiu o papel da evidência e o Capítulo 2 apresentou o diagnóstico climático que fundamenta a ação pública, este capítulo examina como essas duas dimensões encontram expressão concreta nas políticas, instituições e mecanismos de governança da agenda climática no Brasil. Trata-se de um campo marcado por avanços importantes, mas também por fragmentação, descontinuidades e desafios de coordenação que refletem tanto disputas políticas quanto limitações estruturais.

A política climática brasileira se desenvolveu de forma incremental, combinando instrumentos de mitigação, adaptação, controle do desmatamento, planejamento setorial e compromissos internacionais. Esses instrumentos não formam um conjunto homogêneo: eles respondem a momentos históricos distintos, dependem de capacidades institucionais variadas e refletem interpretações diferentes sobre quais riscos devem ser priorizados e com quais estratégias. Assim, compreender a governança climática exige reconhecer que ela se constrói na interseção entre setores que operam com lógicas e escalas próprias.

Este capítulo analisa esse mosaico institucional, identificando não apenas marcos formais, como políticas nacionais, planos, plataformas e inventários, mas também os fluxos de informação, os arranjos de coordenação e os espaços de decisão em que as evidências podem ganhar força ou perder relevância. Ao reunir políticas de mitigação e adaptação, instrumentos de monitoramento, iniciativas de planejamento e mecanismos de reporte internacional, o texto mostra como a agenda climática é simultaneamente técnica e política, exigindo coerência interna, governança federativa e estabilidade institucional.

O capítulo também se debruça sobre experiências em que o uso de evidências se tornou decisivo, seja no controle do desmatamento, nas políticas de adaptação, na formulação de metas climáticas ou na produção de informações para negociações internacionais, destacando como essas práticas se apoiam em instituições sólidas, sistemas de monitoramento confiáveis e parcerias estáveis. Ao mesmo tempo, aponta os limites e desafios que persistem, como a falta de integração entre setores, descontinuidades administrativas, assimetrias de capacidade e baixa articulação entre escalas federativas.

Em conjunto, esta análise mostra que a efetividade da política climática brasileira depende menos da existência isolada de instrumentos do que da capacidade de articulá-los e sustentá-los ao longo do tempo, condição que exige a institucionalização do uso de evidências e o reconhecimento claro das tendências e riscos que moldam o futuro do país.

2. DESAFIOS E ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO

A mitigação das mudanças climáticas corresponde ao conjunto de esforços voltados à redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e ao fortalecimento dos sumidouros de carbono. No plano internacional, os relatórios mais recentes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2021,; 2023) são claros ao afirmar que, para limitar o aquecimento global a 1,5 °C, as emissões líquidas globais de dióxido de carbono (CO₂) devem cair em cerca de 45% até 2030 em relação aos níveis de 2010, atingindo neutralidade em torno de 2050. Essa trajetória é particularmente desafiadora para países em desenvolvimento, que enfrentam dilemas entre crescimento econômico, redução da pobreza e transição para modelos de baixo carbono.

O Brasil ocupa posição singular nesse contexto. O perfil de emissões do país difere substancialmente das economias industrializadas, nas quais energia e indústria são os setores dominantes. Aqui, as principais fontes são o uso da terra, a agropecuária e, em menor medida, o setor energético (Araujo; Vieira, 2019). Em 2021, cerca de 46% das emissões nacionais estavam associadas ao desmatamento e a mudanças de uso da terra, 27% à agropecuária, 18% à energia, e o restante à indústria e resíduos (Observatório do Clima, 2023). O Relatório Mudança do Clima no Brasil – Síntese Atualizada e Perspectivas para Decisões Estratégicas (Coelho et al., 2024) reforça essa tendência, indicando que o país permanece entre os maiores emissores globais, embora detenha um dos maiores potenciais de redução rápida e custo-efetiva via combate ao desmatamento.

O primeiro grande eixo estratégico de mitigação é, portanto, a redução drástica do desmatamento e da degradação florestal. Essa medida é amplamente reconhecida como a mais custo-efetiva para o Brasil, com ganhos colaterais de biodiversidade, segurança hídrica e inclusão social (Brasil, 2024b; MMA, 2008). Os Planos de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAm) (MMA, 2023b) e no Cerrado (PPCerrado) (MMA, 2023a) constituem exemplos de instrumentos relevantes, mas sua eficácia depende de continuidade política, financiamento e integração entre monitoramento remoto, fiscalização e incentivos produtivos. Além disso, a restauração florestal e o reflorestamento com espécies nativas são cruciais para ampliar sumidouros de carbono, fortalecer serviços ecossistêmicos e cumprir compromissos assumidos pelo país no âmbito da NDC.

O segundo eixo refere-se à transição energética. A matriz elétrica brasileira é majoritariamente renovável, com mais de 80% de participação de fontes como hidrelétricas, eólicas, solares e biomassa, mas segmentos como transportes e indústria permanecem fortemente dependentes de combustíveis fósseis. A expansão de renováveis não hídricas, o fortalecimento das redes de transmissão e distribuição, a adoção de tecnologias de armazenamento e a eletrificação da economia são passos fundamentais. No setor de transportes, a descarbonização envolve ampliar



o transporte público de massa, promover a mobilidade elétrica e consolidar a liderança brasileira em biocombustíveis avançados, como o etanol de segunda geração e o biodiesel sustentável (Coelho et al., 2024).

O terceiro eixo corresponde à agropecuária de baixo carbono. O Plano ABC e sua versão atualizada, o Plano ABC+, constituem instrumentos fundamentais para difundir práticas como a recuperação de pastagens degradadas, a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), o plantio direto e a fixação biológica de nitrogênio (Mapa, 2020). Essas práticas reduzem emissões e, ao mesmo tempo, aumentam a produtividade e a resiliência do setor. O enfrentamento das emissões de metano entérico, por meio de pesquisa, manejo nutricional e melhoramento genético, e a gestão de dejetos com biodigestores são áreas que demandam forte investimento em inovação. Para viabilizar a transição, políticas de crédito, seguro rural climático e assistência técnica são indispensáveis (Coelho et al., 2024).

Apesar das oportunidades, a implementação enfrenta barreiras significativas. Entre elas destacam-se a escassez de financiamento climático recorrente, a fragmentação institucional e a limitada capacidade de articulação federativa (Oliveira et al., 2020). O Brasil tem assumido compromissos ambiciosos em suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC), mas a credibilidade dessas metas depende da construção de planos setoriais detalhados, com cronogramas, indicadores de desempenho e sistemas de monitoramento, reporte e verificação (MRV) transparentes e acessíveis (Brasil, 2024a).

Outro desafio é a coordenação entre os diferentes níveis de governo. Estados amazônicos e do Cerrado são decisivos no combate ao desmatamento, mas frequentemente carecem de recursos e capacidade técnica. Municípios, por sua vez, são responsáveis por funções críticas, como o planejamento urbano, o transporte coletivo, o saneamento e a gestão de resíduos sólidos, que têm efeitos diretos sobre as emissões e sobre a resiliência climática, mas raramente contam com apoio técnico-financeiro suficiente para incorporar critérios climáticos em seus planos diretores e orçamentos (MCTI, 2024). O fortalecimento da cooperação federativa é, portanto, indispensável.

Por fim, a inação acarreta custos crescentes. Estudos recentes mostram que os impactos econômicos da crise climática tendem a crescer de forma não linear, afetando de maneira particular a agricultura, a geração hidrelétrica e a infraestrutura urbana (ANA, 2024; IPCC, 2023). Cada década de atraso na implementação de medidas de mitigação eleva o custo de adaptação e recuperação, pressiona as finanças públicas e amplia desigualdades sociais (Coelho et al., 2024). A mitigação, nesse sentido, deve ser entendida como condição essencial não apenas para cumprir compromissos internacionais, mas para garantir competitividade econômica, sustentabilidade fiscal e justiça social no longo prazo.

1.1 Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil

O Brasil apresentou sua primeira Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) em 2015, no contexto do Acordo de Paris. À época, comprometeu-se a reduzir em 37% as emissões de gases de efeito estufa até 2025 e em 43% até 2030, tomando 2005 como ano-base (Brasil, 2017). Essa meta foi considerada inovadora entre países em desenvolvimento, por incluir compromissos absolutos de redução em toda a economia.

Entretanto, revisões subsequentes fragilizaram a credibilidade desse compromisso. A atualização de 2020 manteve os percentuais de redução, mas ampliou o “orçamento de carbono” permitido em até 400 milhões de toneladas de CO₂ equivalente em 2030, em comparação com a meta original de 2015 (Unterstell; Martins, 2022). Essa manobra reduziu a ambição real da NDC brasileira e foi criticada por especialistas e pela sociedade civil.

A revisão de 2022 corrigiu parcialmente o problema, mas não eliminou a perda de ambição. Ao comparar os limites de emissões com a NDC de 2015, ainda havia espaço maior para poluir. O Brasil passou a prometer menos do que já havia prometido, minando sua reputação internacional e gerando insegurança entre investidores e parceiros comerciais. Além disso, a ausência de consultas públicas e de clareza metodológica acentuou a percepção de fragilidade institucional no processo de revisão (Unterstell; Martins, 2022).

A partir de 2023, houve esforço para restaurar a credibilidade climática do país. A correção apresentada no âmbito da UNFCCC restabeleceu o nível de ambição da NDC de 2015, revertendo a “pedalada climática”. Ainda assim, cumprir a meta de 2025 é um enorme desafio, já que o retrocesso na política de combate ao desmatamento entre 2019 e 2022 elevou substancialmente as emissões do setor de uso da terra (Tsai et al., 2023).

Em 2024, o Brasil submeteu uma NDC revisada, ampliando o horizonte temporal até 2035. O país se comprometeu a reduzir entre 59% e 67% as emissões até 2035, em relação a 2005, e reafirmou a neutralidade climática até 2050 (Brasil, 2024b). Pela primeira vez, as metas foram apresentadas em formato de faixas, o que permitiu certa flexibilidade, mas também levantou críticas quanto à clareza e à transparência do compromisso (Observatório do Clima, 2024).

Organizações da sociedade civil argumentam que, embora a nova NDC represente avanço em relação às versões anteriores, ela ainda não é plenamente compatível com o objetivo de limitar o aquecimento global a 1,5 °C. Isso porque mantém elevados níveis de desmatamento legal, não detalha planos para eliminar subsídios a combustíveis fósseis e não oferece clareza sobre como será implementada a transição energética (Observatório do Clima, 2024).

A trajetória da NDC brasileira evidencia tensões entre ambição e implementação. Se, por um lado, o país reafirma seu papel de liderança no combate à crise climática, por outro, enfrenta obstáculos significativos: financiamento climático instável, fragmentação institucional, dificuldades de coordenação federativa e retrocessos periódicos em políticas ambientais (Coelho et al., 2024). O Quadro resume as diferentes versões da NDC brasileira desde 2015, destacando metas, mudanças, críticas e implicações para gestores públicos.

Quadro 2 – Quadro-síntese da trajetória da NDC brasileira (2015–2024)

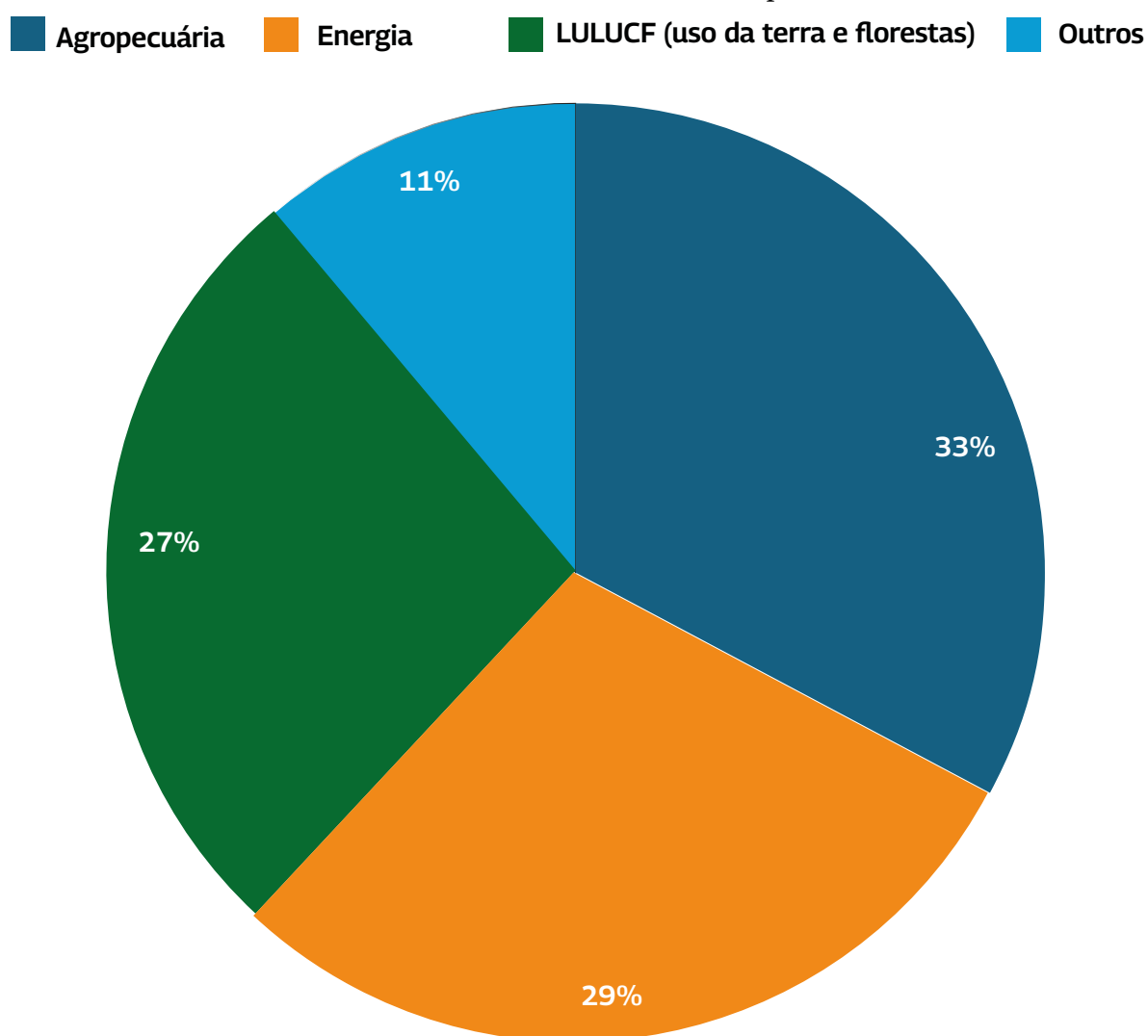
Ano	Meta/Compromisso	Principais Mudanças	Críticas/ Limitações	Implicações para gestores públicos
2015 (COP 21)	Reduzir 37% até 2025 e 43% até 2030, em relação a 2005. Neutralidade climática em 2060.	Primeira NDC brasileira: compromissos absolutos de redução em toda a economia.	Considerada ambiciosa para um país em desenvolvimento.	Orientar planos setoriais (energia, agro, florestas). Criou base para políticas nacionais de mitigação.
2020	Mantém percentuais de 2015, mas recalcula inventário.	Eleva o orçamento de carbono em até 400 MtCO ₂ e em 2030.	“Pedalada climática”: reduziu a ambição real, permitindo mais emissões.	Gera insegurança regulatória e diplomática. Estados e municípios não tinham diretrizes claras de implementação.
2022	Revisão apresentada à UNFCCC.	Corrige parcialmente a meta de 2020.	Ainda menos ambiciosa que a NDC de 2015. Falta transparência e consultas públicas.	Reduz credibilidade e afeta acesso a financiamento climático.
2023	Correção submetida pela nova gestão.	Restaura a ambição de 2015.	Cumprimento de 2025 visto como improvável devido ao retrocesso no desmatamento (2019–22).	Pressiona estados amazônicos e municípios urbanos a acelerar implementação.
2024 (COP 30)	Redução de 59–67% até 2035 (faixa de 850–1.050 MtCO ₂ e). Neutralidade climática em 2050.	Introduz “meta em banda”. Mantém compromisso de desmatamento ilegal zero até 2030.	Considerada um avanço, mas ainda insuficiente para alinhar ao limite de 1,5 °C. Admite desmatamento legal e não detalha transição energética.	Reforça necessidade de integração federativa, monitoramento robusto e orçamentação climática. A COP30 (Belém, 2025) aumenta a pressão por resultados verificáveis.

Fonte: (Observatório do Clima, 2024; Unterstell; Martins, 2022).

O setor de uso da terra, mudança de uso da terra e florestas (LULUCF) continua sendo o maior desafio e, ao mesmo tempo, a principal oportunidade para a mitigação no Brasil. De

acordo com o Inventário Nacional de emissões de GEE, em 2022, o setor de Agropecuária foi o que mais respondeu por emissões nacionais, seguido pelo setor de Energia e pelo setor de LULUCF (MCTI, 2022). Somados, esses dois últimos representam mais de metade das emissões brasileiras, evidenciando o peso do desmatamento, da degradação florestal e das práticas agropecuárias. O Gráfico 1 ilustra a distribuição das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil em 2022, destacando a predominância da Agropecuária (33,2%), seguida pelos setores de Energia (28,9%) e Uso da Terra, Mudança de Uso da Terra e Florestas – LULUCF (27,1%), evidenciando que juntos esses três setores concentram quase 90% das emissões nacionais.

Gráfico 1– Emissões de GEE no Brasil por setor (2022)



Fonte: Inventário Nacional de emissões de GEE, MCTI 2022.

Outro desafio central é a falta de detalhamento setorial. A NDC estabelece compromissos amplos para agropecuária, energia, indústria e resíduos, mas carece de planos setoriais



vinculantes, cronogramas e indicadores claros. Para gestores públicos, isso significa que a tradução das metas em políticas concretas dependerá da articulação entre União, estados e municípios. Governos estaduais podem alinhar seus planos de clima e zoneamentos ecológico-econômicos às metas da NDC, enquanto municípios devem integrar critérios de mitigação em mobilidade, saneamento e resíduos.

A evolução da NDC do Brasil revela avanços e retrocessos. Da ambição inovadora de 2015, o país passou por revisões que minaram sua credibilidade (2020–2022), buscou corrigir erros (2023) e apresentou uma nova proposta para 2035 (2024). Apesar de conter elementos positivos, essa trajetória ainda carece de clareza, coerência e mecanismos de implementação. Para gestores públicos, a principal lição é que a NDC deve ser encarada não como um compromisso abstrato, mas como um guia de ação concreto, capaz de orientar políticas setoriais, integrar diferentes níveis de governo e fortalecer a posição do Brasil na arena internacional.

1.2. Mudança de uso da terra, desmatamento e restauração

O setor LULUCF não apenas é o maior, mas também é historicamente o maior responsável pelas emissões brasileiras de GEE. Diferente da maioria dos países industrializados, onde energia e indústria predominam, no Brasil a conversão de florestas em pastagens e áreas agrícolas responde por parcela significativa das emissões nacionais.

O desmatamento brasileiro está intimamente ligado à expansão agropecuária e à exploração de recursos naturais. Desde os anos 1960, políticas de colonização, abertura de rodovias e crédito rural incentivaram a ocupação da Amazônia e de outros biomas, resultando em grandes perdas florestais (Araujo; Vieira, 2019). A partir dos anos 2000, o país passou a adotar políticas mais robustas de comando e controle. O Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAm), lançado em 2004, tornou-se referência internacional ao combinar monitoramento via satélite (Prodes e Deter/INPE), fortalecimento da fiscalização ambiental e restrições de crédito em áreas desmatadas ilegalmente. Essa política contribuiu para reduzir o desmatamento na Amazônia em mais de 80% entre 2004 e 2012 (MMA, 2023b).

Outras iniciativas relevantes incluem a moratória da soja (2006), acordo firmado entre governo, sociedade civil e empresas para proibir a compra de soja cultivada em áreas desmatadas da Amazônia (Austin et al., 2021), e o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PLANAVEG), lançado em 2017 para orientar a restauração de áreas degradadas. Esses instrumentos mostraram a importância de integrar ciência, monitoramento e incentivos econômicos às políticas públicas (MMA, 2017).

Entretanto, a partir de 2019, observou-se um retrocesso significativo. O enfraquecimento da fiscalização ambiental e da governança resultou em aumento expressivo do desmatamento,



revertendo parte dos avanços obtidos nas décadas anteriores. Entre 2019 e 2022, a taxa anual de desmatamento na Amazônia ultrapassou 13 mil km² em alguns anos, maior nível em mais de uma década (Inpe, 2024). Esse cenário comprometeu o cumprimento das metas da NDC e aumentou a pressão internacional sobre o Brasil.

Além de reduzir o desmatamento, o Brasil possui enorme potencial para promover a restauração florestal. Estudos apontam que a conservação, o manejo sustentável e a restauração de ecossistemas poderiam reduzir as emissões de GEE em escala global, sendo o Brasil um dos países com maior potencial (Lovejoy; Nobre, 2019). O PLANAVEG, por exemplo, estabelece a meta de restaurar 12 milhões de hectares até 2030, articulando instrumentos como o Cadastro Ambiental Rural (CAR), incentivos econômicos e mecanismos de pagamento por serviços ambientais (MMA, 2017).

Projetos de REDD+ (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal) e iniciativas privadas de restauração também têm demonstrado benefícios múltiplos, desde a fixação de carbono até a geração de emprego e renda em cadeias de sementes, mudas e serviços ecológicos (UN, [s. d.]). O setor agropecuário é outro ator que pode contribuir por meio da integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), da recuperação de pastagens degradadas e de sistemas agroflorestais (Embrapa, 2024). Essas práticas reduzem emissões, aumentam a resiliência dos produtores e liberam terras para atividades mais sustentáveis.

1.3 Desafios estruturais

Apesar das oportunidades, a implementação em larga escala enfrenta barreiras relevantes. Entre elas, destacam-se a fragmentação da governança, a dificuldade de acesso ao financiamento climático, a pressão por expansão agrícola e conflitos relacionados à segurança alimentar (Coelho et al., 2024). Pequenos agricultores, povos indígenas e comunidades tradicionais são atores centrais na gestão florestal, mas frequentemente carecem de apoio técnico e financeiro adequado.

Outro desafio é a persistência do desmatamento legal. Embora a NDC reafirme o compromisso de zerar o desmatamento ilegal até 2030, a manutenção de permissões legais para conversão de vegetação nativa em áreas de cerrado e outras regiões fragiliza a coerência da política climática (Observatório do Clima, 2024). A definição de metas mais ambiciosas, associadas a instrumentos de incentivo econômico e compensação, é essencial para alinhar os compromissos nacionais ao objetivo de limitar o aquecimento a 1,5 °C.

O desmatamento e a degradação florestal não apenas aumentam emissões, mas também colocam em risco serviços ecossistêmicos vitais. Estudos mostram que a Amazônia pode estar próxima de um ponto de não retorno, no qual grandes áreas de floresta se transformariam em



ecossistemas degradados, comprometendo a regulação climática regional e global (Lovejoy; Nobre, 2019). Para o Brasil, isso significa riscos severos para a agricultura, a geração hidrelétrica e a segurança hídrica urbana.

A mudança de uso da terra é o coração da agenda de mitigação no Brasil. Reduzir drasticamente o desmatamento e ampliar programas de restauração são condições indispensáveis para o cumprimento da NDC e para a credibilidade internacional do país. Para gestores públicos, isso implica priorizar o fortalecimento da fiscalização, a integração de dados de monitoramento, a criação de incentivos produtivos sustentáveis e a cooperação com comunidades locais. O desafio é grande, mas o potencial de ganhos climáticos, econômicos e sociais é igualmente expressivo.

3. POLÍTICAS E INSTRUMENTOS PARA ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA

A adaptação às mudanças climáticas consolidou-se, nas últimas duas décadas, como um dos eixos estruturantes da política climática internacional e nacional de forma a lidar com impactos inevitáveis, já em curso ou projetados, que afetam ecossistemas, populações humanas e sistemas socioeconômicos (Dellmuth; Gustafsson, 2021). O IPCC define adaptação como os ajustes realizados em sistemas naturais ou humanos em resposta a estímulos climáticos observados ou antecipados, de forma a moderar danos potenciais ou explorar oportunidades benéficas (IPCC, 2023). Essa definição enfatiza tanto a inevitabilidade de certos impactos quanto a necessidade de preparar estruturas sociais, institucionais e tecnológicas para enfrentá-los. No plano doméstico, A PNMC estabelece que a adaptação compreende iniciativas e medidas voltadas à redução da vulnerabilidade de sistemas naturais e humanos frente a efeitos presentes e futuros do aquecimento global (MMA, 2008).

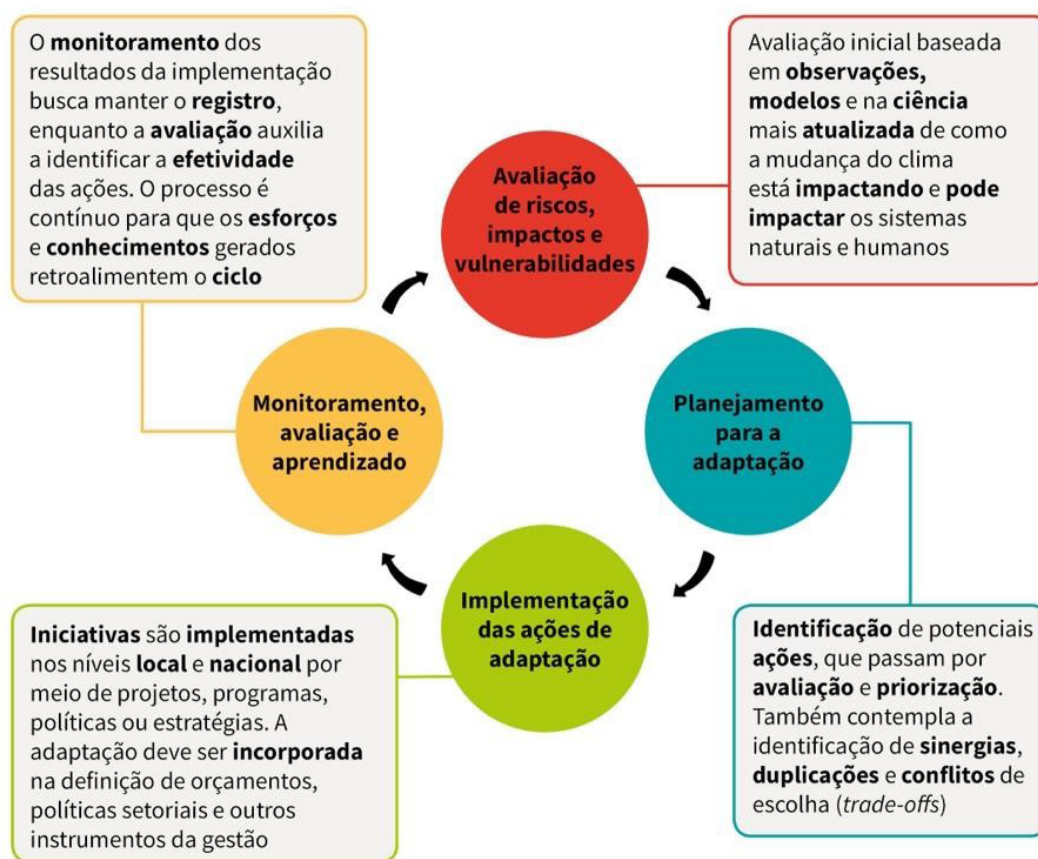
A literatura especializada chama atenção para o caráter descentralizado e territorial da adaptação, frequentemente ancorada em soluções locais e regionais (Biesbroek; Lesnikowski, 2018). Esse atributo torna a adaptação não apenas um desafio técnico, mas também político e institucional, exigindo a coordenação entre diferentes níveis de governo, a incorporação de saberes locais e tradicionais, e a construção de arranjos de governança capazes de articular escalas múltiplas. No âmbito internacional, o Acordo de Paris (2015) incorporou esse princípio ao instituir a Meta Global de Adaptação (Global Goal on Adaptation – GGA) (UNFCCC, 2016). Proposta inicialmente pelo Grupo Africano de Negociadores em 2013, a GGA foi formalizada em 2015 como mecanismo para fortalecer a resiliência, reduzir vulnerabilidades e mobilizar financiamento para adaptação em escala global (Mantlana; Nondlazi, 2024).

Do ponto de vista metodológico, o ciclo da adaptação oferece uma estrutura analítica útil para orientar políticas públicas (UNFCCC, 2019). Ele envolve quatro etapas interdependentes: (1) avaliação de riscos, exposições e vulnerabilidades; (2) planejamento de estratégias e prioridades;

(3) implementação de ações concretas; e (4) monitoramento e avaliação, de modo a ajustar estratégias diante de novas informações. Essa lógica circular, em oposição a abordagens lineares e estáticas, reconhece a incerteza e a necessidade de aprendizado contínuo. No contexto brasileiro, o Plano Clima Adaptação, em elaboração pelo governo federal, adota as etapas previstas pelo UNFCCC, partindo da definição de objetivos norteadores para uma política de adaptação de longo prazo (Brasil, [s. d.]).

O ciclo da adaptação é representado na Figura 3. Essa estrutura, amplamente referenciada em guias metodológicos, e serve como um modelo para garantir que as ações de adaptação sejam planejadas, implementadas e avaliadas de forma sistemática e eficaz (Stafford-Smith et al., 2022).

Figura 3 – Ciclo de adaptação



Fonte: Consulta pública da Estratégia Nacional de Adaptação (Brasil, [s. d.]).

2.1. Institucionalização de políticas de adaptação climática no Brasil

O processo de institucionalização da adaptação climática no Brasil reflete uma trajetória marcada por avanços normativos, inovações metodológicas e desafios de coordenação federativa. Desde a criação da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei nº 12.187/2009, a adaptação deixou de ser tratada como uma questão setorial periférica



para ocupar espaço central no planejamento governamental. Esse marco inicial estabeleceu os fundamentos legais para a elaboração de planos setoriais e a integração da dimensão climática em políticas de longo prazo, abrindo caminho para iniciativas subsequentes (MMA, 2008).

Em 2016, a publicação do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA) representou o primeiro esforço sistemático de planejamento adaptativo em escala nacional. Estruturado em 11 setores estratégicos — da agricultura às zonas costeiras —, o PNA introduziu a lógica de ciclos quadrienais de revisão e monitoramento contínuo, estabelecendo um compromisso dinâmico entre ciência, gestão pública e sociedade civil. Embora pioneiro, o plano revelou dificuldades de implementação, especialmente no que se refere à articulação federativa e ao financiamento das ações propostas (MMA, 2016b).

A agenda ganhou novo fôlego em 2023, com a criação do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM) e a subsequente criação de câmaras de assessoramento científico, participação social e articulação interfederativa. Essas instâncias, ampliadas em 2024, refletem um esforço de governança mais inclusivo e policêntrico, buscando alinhar a PNMC às exigências do Acordo de Paris e às crescentes demandas internas por justiça climática e resiliência territorial (MMA, 2025).

Paralelamente, foram instituídos instrumentos e plataformas voltados ao fortalecimento da capacidade técnico-científica do país. A iniciativa Adapta Brasil/MCTI, por exemplo, constitui hoje a principal plataforma de análise integrada de riscos climáticos, reunindo indicadores físico-climáticos, socioeconômicos e ambientais em múltiplas escalas (MCTI, 2020). Essa base de dados, construída com metodologias internacionalmente reconhecidas e adaptadas ao contexto nacional, é essencial para subsidiar gestores públicos e orientar políticas setoriais de adaptação. Já o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desempenha papel decisivo na produção de cenários climáticos regionais e na modelagem hidrológica, permitindo antecipar efeitos críticos sobre a segurança hídrica e energética (CPTEC/INPE, [s. d.]).

Mais recentemente, a aprovação da Lei nº 14.904/2024 representou um marco ao instituir diretrizes vinculantes para a formulação de planos de adaptação em todas as esferas da federação. A legislação não apenas reforça a obrigatoriedade da integração da adaptação em planos de desenvolvimento urbano, agrícola e hídrico, mas também estabelece mecanismos de financiamento por meio do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC). O foco recai sobre áreas críticas — como saneamento, segurança alimentar e soluções baseadas na natureza — e sobre populações historicamente mais vulneráveis, consolidando a justiça climática como princípio estruturante da política de adaptação (Brasil, 2024a).



Essa trajetória demonstra que a adaptação climática no Brasil tem se deslocado de iniciativas fragmentadas e setoriais para uma abordagem mais integrada, multiescalar e orientada por evidências. O desafio atual, contudo, reside na transição do planejamento para a implementação efetiva, superando a recorrente lacuna entre a elaboração de planos e sua execução prática. Nesse sentido, a convergência entre arranjos normativos (PNMC, PNA, Plano Clima), instrumentos técnicos (Adapta Brasil, modelagem do INPE) e mecanismos financeiros (FNMC, cooperação internacional) será determinante para transformar o arcabouço político existente em resultados concretos para a sociedade brasileira.

4. ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO E CUSTO DA INACÇÃO

A literatura especializada distingue quatro formas principais de adaptação: antecipatória, quando medidas são tomadas antes dos impactos se manifestarem; reativa, quando são implementadas após eventos extremos; autônoma, resultante de ajustes espontâneos em mercados ou ecossistemas; e planejada, fruto de políticas deliberadas e institucionalizadas. A essas categorias, acrescentam-se distinções entre adaptação incremental, que prevê ajustes graduais em sistemas existentes, e adaptação transformadora, que implica mudanças profundas nas estruturas socioeconômicas e políticas (MMA, 2008). No contexto brasileiro, marcado por desigualdades estruturais, a adaptação incremental tende a ser insuficiente (Syrkis et al., 2024). Para o enfrentamento de riscos sistêmicos, como desertificação, crises hídricas e vulnerabilidade de populações urbanas periféricas, a adoção de medidas de adaptação transformadora se torna fundamental (Stafford-Smith et al., 2022).

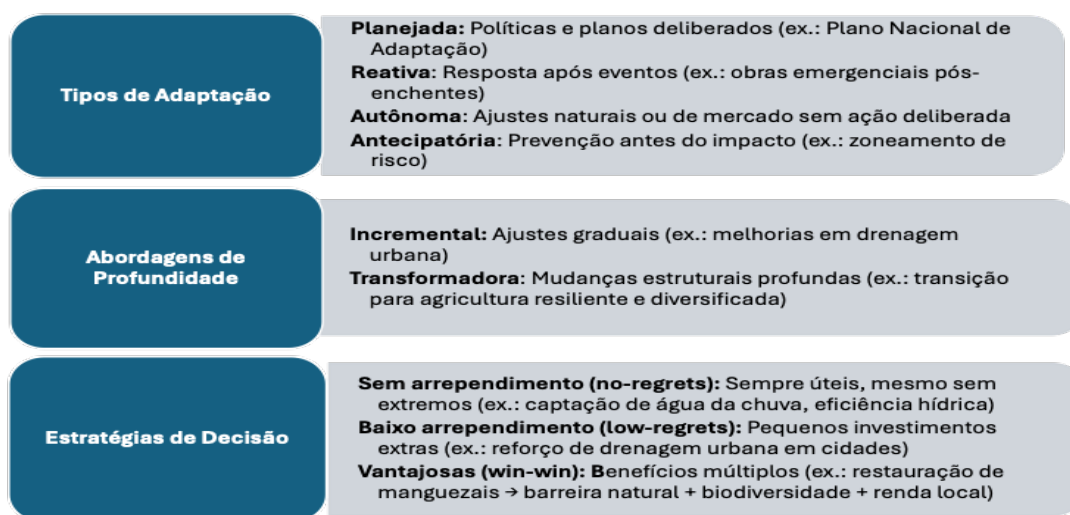
Para orientar a formulação de políticas, o IPCC (2023) também introduziu tipologia de medidas: sem arrependimento (no-regrets), baixo arrependimento (low-regrets) e vantajosas para todos (win-win). As medidas sem arrependimento são intervenções que geram benefícios independentemente da magnitude futura das mudanças climáticas, como ampliar sistemas de alerta precoce ou instalar dispositivos de economia de água. As medidas de baixo arrependimento envolvem investimentos relativamente pequenos com ganhos significativos de resiliência, a exemplo do reforço de drenagem urbana em cidades sujeitas a enchentes recorrentes. Já as medidas vantajosas para todos são soluções que, além de aumentar a resiliência, proporcionam cobenefícios sociais, econômicos e ambientais, é o caso da restauração de manguezais, que atua como barreira natural contra tempestades, melhora a biodiversidade e sustenta comunidades pesqueiras.

A Figura 4 organiza as principais estratégias de adaptação em três dimensões complementares. A primeira diferencia os tipos de adaptação (planejada, reativa, autônoma e antecipatória), evidenciando como as respostas podem variar entre iniciativas deliberadas e ajustes espontâneos.

A segunda apresenta as abordagens de profundidade, distinguindo entre mudanças incrementais, voltadas a ajustes graduais em sistemas existentes, e transformações estruturais mais profundas. Por fim, a terceira dimensão mostra as estratégias de decisão amplamente utilizadas em políticas públicas: ações sem arrependimento (no-regrets), de baixo arrependimento (low-regrets) e vantajosas (win-win), que asseguram benefícios múltiplos.

Essa representação busca oferecer uma visão integrada e didática das opções de adaptação, destacando que, embora diferentes em natureza e escala, elas podem e devem ser combinadas de forma articulada para fortalecer a resiliência climática e reduzir vulnerabilidades em contextos diversos.

Figura 4 – Estratégias de adaptação climática



Fonte: Elaboração dos autores.

A experiência internacional mostra que países que incorporaram tais tipologias em seus planos de adaptação obtiveram avanços relevantes. Nos Países Baixos, o projeto Building with Nature exemplifica a lógica das medidas vantajosas para todos, ao investir na conservação de dunas e pântanos costeiros para reduzir riscos de inundação, ao mesmo tempo em que promove turismo sustentável e preservação da biodiversidade (Dutch Water Sector, [s. d.]). Em contextos urbanos, cidades como Copenhague e Londres têm implementado medidas de baixo arrependimento, reforçando a drenagem pluvial e integrando infraestrutura verde ao planejamento urbano (London City Hall, [s. d.]).

No Brasil, um exemplo recente é o Projeto Jardim Maravilha, no Rio de Janeiro, apoiado pelo Iclei e pelo Gap Fund. A iniciativa prevê a criação de um parque linear em área pantanosa da Zona Oeste, integrando drenagem urbana, recuperação ecológica e espaços de lazer comunitário. Ao



combinar infraestrutura verde com medidas de contenção de enchentes, o projeto busca reduzir a vulnerabilidade a inundações, mitigar ilhas de calor e melhorar a qualidade de vida local. Trata-se de uma medida de adaptação “sem arrependimento”, já que seus benefícios ambientais, sociais e econômicos se mantêm independentemente da intensidade futura das mudanças climáticas (Iclei, 2025).

Apesar desses exemplos, a implementação global de estratégias de adaptação permanece aquém das necessidades. O Relatório de Síntese do IPCC (2023) enfatiza a existência de uma “lacuna de adaptação”, definida como a diferença entre os níveis atuais de adaptação e os níveis necessários para reduzir vulnerabilidades de forma adequada. Essa lacuna se manifesta de maneira mais aguda em países do Sul Global, onde a disponibilidade de financiamento, tecnologia e capacidade institucional é limitada. O Brasil compartilha esse desafio. Embora tenha avançado na formulação de instrumentos como o Plano Nacional de Adaptação (PNA) e ao Plano Clima Adaptação, grande parte das ações permanece em estágio de planejamento, com implementação fragmentada e insuficiente (Brasil, [s. d.]; MMA, 2016a).

Os custos da inação tornam esse cenário ainda mais preocupante. Estudos recentes estimam que, em um cenário de aquecimento global de +3 °C, o PIB mundial poderia ser reduzido em até 10%, com perdas ainda maiores – próximas de 17% -- em países de baixa latitude e menor capacidade adaptativa, como o Brasil (Waidelich et al., 2024). Esses custos econômicos decorrem de múltiplos canais: perdas agrícolas, queda na produtividade do trabalho devido ao estresse térmico, danos à infraestrutura urbana e custos crescentes de saúde pública. No setor agrícola brasileiro, por exemplo, secas prolongadas no semiárido e enchentes no Sul comprometem a produção de alimentos e elevam o preço dos insumos básicos, ampliando desigualdades sociais (Emater, 2024; Santana; Santos, 2020).

Mas o custo da inação vai além da dimensão econômica. O atraso na adoção de medidas de adaptação aprofunda vulnerabilidades sociais e compromete direitos fundamentais, como o acesso à água potável, à alimentação adequada e à moradia segura. Comunidades indígenas, quilombolas e populações urbanas periféricas são desproporcionalmente afetadas, pois dispõem de menos recursos para se proteger de enchentes, secas ou ondas de calor. Assim, a falta de adaptação compromete não apenas a resiliência climática, mas também a justiça social e ambiental, um aspecto central para o Brasil (Isaguirre-Torres; Maso, 2023; Torres et al., 2021).

Outro elemento crítico é que a inação gera custos não lineares: quanto maior o atraso, mais caros e menos eficazes se tornam os esforços posteriores de adaptação e recuperação. Estima-se que cada década de atraso na implementação de medidas de adaptação e mitigação aumenta de forma exponencial o custo de reconstrução de infraestruturas, de manutenção da produção



agrícola e de proteção das populações vulneráveis (IPCC, 2023). Isso reforça a ideia de que a adaptação deve ser compreendida como um investimento estratégico, e não como um custo adicional.

3.1. Risco de resposta

O conceito de risco de resposta refere-se às consequências adversas, sejam elas intencionais ou não, das ações implementadas para mitigar ou adaptar-se às mudanças climáticas. Tais iniciativas, embora desenhadas para reduzir riscos, podem falhar em atingir seus objetivos ou até mesmo criar novos problemas ao interagir com vulnerabilidades preexistentes, intensificar exposições ou desencadear impactos inesperados em sistemas sociais, econômicos e ecológicos (Andrews et al., 2023). Essa problemática é amplamente discutida no Relatório do IPCC de 2023, que enfatiza a relação entre esses riscos e fatores como planejamento insuficiente, governança inadequada e restrições financeiras, particularmente em países em desenvolvimento (IPCC, 2023).

Nessa perspectiva, é central o conceito de mal-adaptação, que ocorre quando estratégias de adaptação não apenas falham em reduzir vulnerabilidades, mas também as ampliam, gerando consequências adversas para comunidades já fragilizadas. A mal-adaptação é observada em diversos contextos, onde medidas destinadas a reduzir riscos climáticos acabam, na prática, agravando-os (Shah et al., 2024). Um exemplo comum são as infraestruturas costeiras que protegem determinadas áreas, mas deslocam o problema ao causar erosão em comunidades vizinhas. Da mesma forma, políticas de manejo hídrico podem beneficiar alguns setores ao mesmo tempo que agravam desigualdades sociais e econômicas preexistentes (IPCC, 2023).

Diante desse panorama, é essencial que as respostas de adaptação climática sejam avaliadas com base em critérios que minimizem o risco de mal-adaptação. Esses critérios incluem a capacidade de reduzir vulnerabilidades sem aumentar emissões de gases de efeito estufa, a promoção de benefícios para ecossistemas e populações vulneráveis, bem como o potencial transformador das ações implementadas. Essas diretrizes são particularmente relevantes no Brasil, onde iniciativas climáticas devem necessariamente levar em conta as necessidades de populações historicamente marginalizadas, como comunidades de baixa renda, mulheres e grupos vulneráveis, garantindo que as intervenções contribuam para o alcance da justiça climática com redução das desigualdades sociais em paralelo à mitigação dos riscos climáticos (Reckien et al., 2023).

O Relatório do IPCC (2023) oferece uma abordagem analítica abrangente para compreender a complexidade dos impactos climáticos, fundamentada nos chamados determinantes de risco. Esses determinantes incluem três elementos interconectados: as ameaças climáticas, que dizem

respeito a eventos físicos extremos como secas, enchentes e tempestades tropicais; a exposição, que reflete a presença de populações, infraestrutura e bens em áreas suscetíveis a esses eventos; e a vulnerabilidade, que se refere às limitações de indivíduos, comunidades e ecossistemas em resistir ou se adaptar aos impactos climáticos, frequentemente moldadas por fatores sociais, econômicos e políticos, como desigualdades e acesso restrito a recursos. Esses elementos interagem dinamicamente para determinar a magnitude e a distribuição dos riscos climáticos, e essa interação é agravada por desigualdades estruturais, governança inadequada e processos históricos de marginalização.

A flor de risco (Figura 5) sintetiza essa interação entre ameaça, exposição e vulnerabilidade, além de incluir o papel das respostas às mudanças climáticas, que também podem influenciar a dinâmica do risco. A figura destaca como essas dimensões se combinam para amplificar riscos, sobretudo em contextos em que a exposição de populações e a vulnerabilidade estrutural são altas, mesmo quando as ameaças climáticas são relativamente moderadas. O risco, portanto, não é apenas uma função da intensidade dos eventos extremos, mas também do contexto social e ambiental em que eles ocorrem. Nesse contexto, o diagrama serve como um guia visual e conceitual para projetar intervenções que abordem de forma simultânea os múltiplos fatores que configuram os riscos climáticos, garantindo respostas integradas e sustentáveis.

Figura 5 – Flor de risco



Fonte: MCTI (2020).

No contexto brasileiro, a aplicação dessa estrutura analítica é particularmente relevante. As enchentes urbanas em grandes metrópoles, como São Paulo, exemplificam a intersecção de determinantes de risco. Nessa região, as ameaças climáticas, intensificadas por mudanças no



regime de chuvas, interagem com altos níveis de exposição, caracterizados pela ocupação de áreas de risco, e vulnerabilidades estruturais, como habitações precárias e falta de acesso a serviços essenciais. Essa situação resulta em impactos desproporcionais, onde populações marginalizadas, sobretudo aquelas que habitam periferias urbanas ou áreas sujeitas a deslizamentos, sofrem as consequências mais severas (Prefeitura de São Paulo, 2020). De forma semelhante, no semiárido brasileiro, a escassez hídrica é um exemplo de risco climático ampliado pela vulnerabilidade social, onde comunidades rurais enfrentam barreiras econômicas e institucionais para acessar recursos adaptativos, como tecnologia agrícola sustentável ou sistemas de captação de água (Nascimento; Abreu; Studart, 2024).

5. GOVERNANÇA ADAPTATIVA

A crescente complexidade dos impactos climáticos tem evidenciado os limites de arranjos centralizados e hierárquicos de gestão, impulsionando o debate sobre modelos de governança mais flexíveis e responsivos. Nesse contexto, a literatura internacional sobre políticas climáticas tem enfatizado a importância da governança adaptativa e da governança policêntrica como abordagens capazes de lidar com a incerteza, a diversidade de contextos locais e a necessidade de respostas rápidas a cenários em transformação (Biesbroek; Lesnikowski, 2018).

A governança adaptativa se caracteriza pela ênfase na flexibilidade institucional, no aprendizado contínuo e na experimentação. Em vez de buscar soluções definitivas, tenta-se construir processos iterativos, nos quais políticas e estratégias são ajustadas à medida que novas informações emergem. Isso envolve não apenas a produção contínua de evidências científicas, mas também a valorização de saberes locais e comunitários como insumos centrais para a formulação de políticas. A governança adaptativa é, portanto, processual e dinâmica, reconhecendo que a própria natureza dos riscos climáticos exige revisões constantes e mecanismos de monitoramento que retroalimentem o ciclo de decisões (IPCC, 2023).

Já a governança policêntrica se refere à existência de múltiplos centros de decisão, articulados em diferentes escalas territoriais e institucionais. Essa abordagem parte do reconhecimento de que problemas globais, como a mudança do clima, não podem ser enfrentados de forma eficaz apenas por meio de políticas nacionais ou acordos internacionais, mas requerem arranjos descentralizados que integrem estados, municípios, organizações da sociedade civil, setor privado e comunidades locais. Um dos pontos fortes da governança policêntrica é a capacidade de permitir soluções contextuais, ao mesmo tempo em que promove a troca de conhecimento e a coordenação entre diferentes atores (Austin et al., 2019; Stafford-Smith et al., 2022).



No Brasil, a relevância da governança adaptativa e policêntrica se manifesta de maneira clara diante das desigualdades regionais e da diversidade socioambiental. A recente Lei nº 14.904/2024 reconhece explicitamente a necessidade de articulação multinível, ao atribuir responsabilidades diferenciadas, mas complementares, à União, aos estados e aos municípios (Brasil, 2024a). Essa norma representa um avanço no sentido de institucionalizar a adaptação como política pública, ao mesmo tempo em que abre espaço para soluções locais baseadas em evidências.

Entretanto, a implementação desse modelo enfrenta barreiras significativas. Em primeiro lugar, há um problema crônico de fragmentação institucional, com sobreposição de competências entre órgãos federais e estaduais e ausência de mecanismos robustos de coordenação intersetorial (Reckien et al., 2023). Em segundo lugar, os recursos financeiros e técnicos são desigualmente distribuídos, com municípios, especialmente os de pequeno porte, apresentando grande dificuldade em elaborar diagnósticos climáticos ou implementar planos de adaptação. Por fim, a confiança entre atores, um dos pilares da governança policêntrica, ainda é limitada por relações históricas de assimetria e pela falta de canais estáveis de participação social (Ciplet et al., 2022).

Apesar dessas limitações, experiências recentes mostram o potencial de arranjos adaptativos no país. Iniciativas como o Plano de Ação Climática de Fortaleza e o Plano de Adaptação de Recife revelam que a combinação de soluções baseadas na natureza, participação comunitária e apoio técnico pode gerar resultados concretos em curto prazo (Prefeitura de Fortaleza, 2020; Prefeitura de Recife, 2020). Esses casos evidenciam a importância de estruturas federativas de apoio, capazes de garantir que municípios inovadores sirvam como laboratórios para a difusão de boas práticas em escala nacional.

Do ponto de vista conceitual, a governança adaptativa e policêntrica no Brasil deve ser entendida como um processo de coprodução de políticas públicas, em que diferentes atores e níveis de governo compartilham responsabilidades, mas também aprendem conjuntamente. Isso implica superar a lógica de políticas setoriais isoladas e avançar para arranjos intersetoriais, que articulem segurança hídrica, agricultura, saúde, habitação e transporte sob uma perspectiva integrada de adaptação (Bandola-Gill; Arthur; Leng, 2023).

Por fim, cabe ressaltar que a consolidação dessa abordagem depende não apenas de marcos legais, mas também de investimentos em capacidades institucionais e mecanismos de financiamento climático estável. Nesse sentido, o fortalecimento do Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC), a ampliação do acesso a recursos internacionais e o desenvolvimento de instrumentos financeiros inovadores são condições essenciais para viabilizar uma governança efetivamente adaptativa e policêntrica (Ciplet et al., 2022).



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise apresentada neste volume evidencia que o Brasil dispõe de uma estrutura sólida de políticas, planos e instrumentos voltados ao enfrentamento da crise climática. No campo da mitigação, a redução do desmatamento, a transição energética e a agropecuária de baixo carbono constituem frentes estratégicas, mas sua efetividade depende de coordenação federativa, financiamento recorrente e credibilidade internacional. No campo da adaptação, observa-se avanço institucional importante, especialmente com a PNMC, o PNA, o Plano Clima e a recente Lei nº 14.904/2024, que consolidam a adaptação como eixo estruturante da política climática nacional. Contudo, persistem lacunas entre planejamento e implementação, agravadas por desigualdades regionais, capacidade limitada em estados e municípios e insuficiência de recursos financeiros.

Para gestores públicos, a principal lição é que a crise climática não pode ser tratada como agenda setorial ou periférica. Ela deve orientar o planejamento e a execução de políticas em áreas como agricultura, energia, transporte, saneamento, saúde e segurança hídrica. A adoção de arranjos de governança adaptativa e policêntrica, a integração de conhecimentos científicos e tradicionais, e a construção de mecanismos estáveis de financiamento climático são condições indispensáveis para reduzir vulnerabilidades, aumentar a resiliência e alinhar o desenvolvimento nacional à justiça climática. Mais do que cumprir compromissos internacionais, trata-se de assegurar um futuro sustentável, competitivo e equitativo para a sociedade brasileira.

04

**REFERÊNCIAS
BIBLIOGRÁFICAS**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUDO, Pedro Arrojo. Climate change and the human rights to water and sanitation: Special Thematic Report 1. United Nations Special Rapporteur on the human rights to safe drinking water and sanitation. New York: United Nations, 2022. Disponível em: <<https://www.ohchr.org/sites/default/files/2022-01/climate-change-1-friendlyversion.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2024.

ANA. Impacto da mudança climática nos recursos hídricos no Brasil. Brasília: Agência Nacional de Águas e Saneamento, 2024.

ANA. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2021 – Relatório pleno. Brasília: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2021. Disponível em: <<https://relatorio-conjuntura-ana-2021.webflow.io/>>. Acesso em: 13 ago. 2025.

ANDREWS, Talbot M. et al. Risk from responses to a changing climate. *Climate Risk Management*, [s. l.], v. 39, p. 100487, 2023.

ARAUJO, Roberto; VIEIRA, Ima Célia G. Deforestation and the ideologies of the frontier expansion: the case of criticism of the Brazilian Amazon monitoring program. *Sustainability in Debate*, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 354–378, 2019.

AUSTIN, Stephanie E. et al. Enabling local public health adaptation to climate change. *Social Science & Medicine*, [s. l.], v. 220, p. 236–244, 2019.

AUSTIN, Kemen G et al. Mapping and Monitoring Zero-Deforestation Commitments. *BioScience*, [s. l.], v. 71, n. 10, p. 1079–1090, 2021.

BANDOLA-GILL, Justyna; ARTHUR, Megan; LENG, Rhodri Ivor. What is co-production? Conceptualising and understanding co-production of knowledge and policy across different theoretical perspectives. *Evidence & Policy*, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 275–298, 2023.

BERRANG-FORD, Lea et al. Editorial: Evidence synthesis for accelerated learning on climate solutions. *Campbell Systematic Reviews*, [s. l.], v. 16, n. 4, p. e1128, 2020.

BIESBROEK, R; LESNIKOWSKI, A. Adaptation: The Neglected Dimension of Polycentric Climate Governance?. In: JORDAN, A et al. (org.). *Governing Climate Change: Polycentricity in Action?* [S. l.]: Cambridge University Press, 2018. p. 303–319. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/books/governing-climate-change/adaptation/E1E188337B67E2BE9FC23C33FADC0EC3>>. Acesso em: 23 jul. 2024.

BRASIL. Consulta pública da Estratégia Nacional de Adaptação. [S. l.: s. n.], [s. d.]. Disponível em: <<https://brasilparticipativo.presidencia.gov.br/processes/planoclima/f/315>>. Acesso em: 29 nov. 2024.

BRASIL. First biennial transparency report of Brazil to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Brasília: Ministry of Science, Technology and Innovation, 2024. 216 p. ISBN 978-65-5471-014-5.

BRASIL. Estratégia Nacional de Implementação da NDC do Brasil. [S. l.]: Brasil, 2017. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/component/k2/item/15137-discuss%C3%B5es-para-implementa%C3%A7%C3%A3o-da-ndc-do-brasil.html>>. Acesso em: 8 set. 2025.



BRASIL. Lei no 14.904, de 27 de Junho de 2024. 27 jun. 2024a. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2024/lei-14904-27-junho-2024-795864-publicacaooriginal-172234-pl.html>>. Acesso em: 15 set. 2025.

BRASIL. Nova NDC do Brasil para 2025. Brasília: [s. n.], 2024b. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/noticias/nova-ndc-do-brasil-representa-paradigma-para-o-desenvolvimento-do-pais-diz-marina-na-cop29>>. Acesso em: 22 ago. 2025.

CEMADEN/MCTI. Boletim de impactos de extremos de origem hidro-geo-climática em atividades estratégicas para o Brasil – 10/07/2025, ano 08, n. 80. Brasília: Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/monitoramento/boletim-de-impactos/boletim-de-impactos-de-extremos-de-origem-hidro-geo-climatico-em-atividades-estrategicas-para-o-brasil-2013-10-07-2025-ano-08-no-80>>. Acesso em: 13 ago. 2025.

CIPLET, David et al. The unequal geographies of climate finance: Climate injustice and dependency in the world system. *Political Geography*, [s. l.], v. 99, p. 102769, 2022.

CHEN, Yuli. Reconciling common but differentiated responsibilities principle and no more favourable treatment principle in regulating greenhouse gas emissions from international shipping. *Marine Policy*, [s. l.], v. 123, p. 104317, 2021.

COELHO, Cíntia et al. Mudança do clima no Brasil -- Síntese atualizada e perspectivas para decisões estratégicas. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/cgcl/arquivos/Relatorio_Mudanca_Clima_Brasil.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2024.

CPTEC/INPE. CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <<https://www.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 15 ago. 2025.

DELLMUTH, Lisa Maria; GUSTAFSSON, Maria-Therese. Global adaptation governance: how intergovernmental organizations mainstream climate change adaptation. *Climate Policy*, [s. l.], v. 21, n. 7, p. 868–883, 2021.

CRUTZEN, Paul J. Geology of mankind. *Nature*, London, v. 415, n. 6867, p. 23, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1038/415023a>.

DUTCH WATER SECTOR. Building with Nature | Dutch Water Sector. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <<https://www.dutchwatersector.com/news/building-with-nature>>. Acesso em: 18 nov. 2024.

EMATER. Impactos das chuvas e cheias extremas no Rio Grande do Sul em maio de 2024. [S. l.]: Emater/RS, Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2024. Disponível em: <https://www.estado.rs.gov.br/upload/arquivos/202406/relatorio-sisperdas-evento-enchentes-em-maio-2024.pdf?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 22 jul. 2025.

EMBRAPA. ILPF: resultados de pesquisa na Embrapa Agrossilvipastoril. [S. l.]: Embrapa, 2024. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1168623/ilpf-resultados-de-pesquisa-na-embrapa-agrossilvipastoril>>. Acesso em: 8 set. 2025.



FEARS, Robin et al. Evidence-informed policy for tackling adverse climate change effects on health: Linking regional and global assessments of science to catalyse action. *PLoS Medicine*, [s. l.], v. 18, n. 7, p. e1003719, 2021.

FISHER, S.; DODMAN, M.; GARSIDE, B. The usability of climate information in sub-national planning in India, Kenya and Uganda: the role of social learning and intermediary organisations. *Climatic Change*, [s. l.], v. 151, n. 2, p. 219–245, 2018.

GLOBAL COMMISSION ON EVIDENCE. The Evidence Commission report: a wake-up call and path forward for decision-makers, evidence intermediaries, and impact-oriented evidence producers. McMaster Health Forum: Global Commission on Evidence to Address Societal Challenges, 2022.

ICLEI. Cidades do Gap Fund: casos de sucesso impulsionam projetos urbanos sustentáveis com apoio do ICLEI. In: ICLEI. 17 fev. 2025. Disponível em: <<https://americadosul.iclei.org/cidades-do-gap-fund-casos-de-sucesso-impulsionam-projetos-urbanos-sustentaveis-com-apoio-do-iclei/>>. Acesso em: 15 set. 2025.

INPE. Taxas de desmatamento. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/biomes/legal_amazon/rates>. Acesso em: 8 set. 2025.

IPCC. Climate change: the IPCC Scientific Assessment. [S. l.]: World Meteorological Organization; United Nations Environment Program, 1990. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ipcc_far_wg_I_full_report.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2025.

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 (eds.)]. Geneva: IPCC, 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2024.

IPCC. Aquecimento Global de 1,5 °C: sumário para formuladores de políticas. IPCC, 2018. 28 p. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2024.

IPCC. History — IPCC. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/about/history/>>. Acesso em: 29 ago. 2025.

ISAGUIRRE-TORRES, Katya Regina; MASO, Tchenna Fernandes. As lutas por justiça socioambiental diante da emergência climática. *Revista Direito e Práxis*, [s. l.], v. 14, p. 458–485, 2023.

JAGANNATHAN, Kripa et al. Typologies of actionable climate information and its use. *Global Environmental Change*, [s. l.], v. 82, p. 102732, 2023.

KNOTT, Jack; WILDAVSKY, Aaron. If dissemination is the solution, what is the problem? *Knowledge*, [s. l.], v. 1, n. 4, p. 537–578, 1980.

KOGA, Natália Massaco (org.). Políticas públicas e usos de evidências no Brasil: conceitos, métodos, contextos e práticas. Brasília: Ipea, 2022.

KOGA, Natália Massaco et al. O que informa as políticas públicas: survey sobre o uso e o não uso de evidências pela burocracia federal brasileira. Texto para Discussão, [s. l.], p. 1–126, 2020.



KUCHENMÜLLER, Tanja et al. Domains and processes for institutionalizing evidence-informed health policy-making: a critical interpretive synthesis. *Health Research Policy and Systems*, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 27, 2022.

LAZARO, Lira Luz Benites; GREMAUD, Amaury Patrick. Contribuição para o desenvolvimento sustentável dos projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo na América Latina. *Organizações & Sociedade*, [s. l.], v. 24, p. 53–72, 2017.

LONDON CITY HALL. Climate adaptation. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <<https://www.london.gov.uk/programmes-strategies/environment-and-climate-change/climate-change/climate-adaptation>>. Acesso em: 15 set. 2025.

LOVEJOY, Thomas E.; NOBRE, Carlos. Amazon tipping point: last chance for action. *Science Advances*, [s. l.], v. 5, n. 12, p. eaba2949, 2019.

MANTLANA, Brian; NONDLAZI, Basanda. Understanding the African Group of Negotiators in the multilateral negotiations on climate change. *South African Journal of International Affairs*, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 1–21, 2024.

MAPA. Plano de Adaptação e Baixa Emissão de Carbono na Agricultura - ABC+. [S. l.]: Ministério da Agricultura e Pecuária, 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/planoabc-abcm/abc/programas-e-estrategias/programas-e-estrategias>>. Acesso em: 8 set. 2025.

MCTI. AdaptaBrasil. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <<https://adaptabrasil.mcti.gov.br/>>. Acesso em: 13 ago. 2025.

MCTI. Centro de síntese em mudanças ambientais e climáticas inicia elaboração de relatórios. [S. l.], 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/05/centro-de-sintese-em-mudancas-ambientais-e-climaticas-inicia-elaboracao-de-relatorios>>. Acesso em: 15 ago. 2025.

MCTI. AdaptaBrasil integra índices e indicadores de impactos das mudanças climáticas | AdaptaBrasil MCTI. [S. l.], 2020. Disponível em: <<https://adaptabrasil.mcti.gov.br/noticia/adaptabrasil-integra-indices-e-indicadores-de-impactos-das-mudancas-climaticas>>. Acesso em: 16 dez. 2024.

MCTI. Primeiro Relatório Bienal de Transparência do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/12/primeiro-relatorio-bienal-de-transparencia-do-brasil-e-submetido-a-convencao-do-clima>>. Acesso em: 8 set. 2025.

MCTI. Resultados do inventário nacional de emissões de gases de efeito estufa por unidade federativa. [S. l.]: Tecnologia e Inovações (MCTI) Brasil. Ministério da Ciência, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.mcti.gov.br/handle/mctic/4967>>. Acesso em: 22 ago. 2025.

MEADOWS, Donella H. et al. The limits to growth: a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind. New York: Universe Books, 1972.



MEADOW, Alison; OWEN, Gigi. Planning and evaluating the societal impacts of climate change research projects: a guidebook for natural and physical scientists looking to make a difference. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: <<https://climas.arizona.edu/publication/planning-and-evaluating-societal-impacts-climate-change-research-projects-guidebook>>. Acesso em: 13 ago. 2025.

MELO, Ana Karolina Acris et al. Revisão rápida: uso de evidências em políticas para mitigação e adaptação às mudanças climáticas. [S. l.], 2024. Disponível em: <<http://repositorio.enap.gov.br/jspui/handle/1/8067>>. Acesso em: 13 ago. 2025.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano nacional de adaptação à mudança do clima: sumário executivo. [S. l.]: MMA, 2016.

MMA. MMA, Enap e Apolitical lançam capacitação online sobre COP30. [S. l.], 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/noticias/mma-enap-e-apolitical-lancam-capacitacao-online-sobre-cop30>>. Acesso em: 15 ago. 2025.

MMA. Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima. [S. l.], 2025. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/smc/dgov/cim/comite-interministerial-sobre-mudanca-do-clima-2013-nova-capa>>. Acesso em: 8 set. 2025.

MMA. National Adaptation Plan to Climate Change: Executive summary. [S. l.]: Ministério do Meio Ambiente, 2016a. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/clima/adaptacao/plano-nacional-de-adaptacao.html>>. Acesso em: 7 out. 2025.

MMA. Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Bioma Cerrado (ppcerrado) 4a Fase (2023 a 2027). [S. l.], 2023a. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/controle-ao-desmatamento-queimadas-e-ordenamento-ambiental-territorial/controle-do-desmatamento-1/ppcerrado/ppcerrado>>. Acesso em: 8 set. 2025.

MMA. Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (2023-2027) - PPCDam. [S. l.]: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2023b. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/controle-ao-desmatamento-queimadas-e-ordenamento-ambiental-territorial/controle-do-desmatamento-1/amazonia-ppcdam-1/ppcdam>>. Acesso em: 8 set. 2025.

MMA. Plano nacional de adaptação à mudança do clima: estratégias setoriais e temáticas. [S. l.]: MMA, 2016b.

MMA. Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg). [S. l.]: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2017. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/sbio/dflo/plano-nacional-de-recuperacao-da-vegetacao-nativa-planaveg/plano-nacional-de-recuperacao-da-vegetacao-nativa-planaveg>>. Acesso em: 8 set. 2025.

MMA. Plano Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC. [S. l.]: Ministério do Meio Ambiente, 2008. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/clima/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima/plano-nacional-sobre-mudanca-do-clima.html>>. Acesso em: 20 out. 2024.

NASCIMENTO, José Welliton Silva do; ABREU, Mônica Cavalcanti Sá de; STUDART, Ticiania Marinho de Carvalho. Gestão de riscos climáticos: avanços e desafios no semiárido nordestino. Revista Brasileira de Geografia Física, [s. l.], v. 17, n. 5, p. 3778–3793, 2024.



OBSERVATÓRIO DO CLIMA. Análise das emissões de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil 1970-2021. [S. l.]: Observatório do Clima, 2023. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/wp-content/uploads/2023/03/SEEG-10-anos-v4.pdf?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 9 ago. 2025.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. Breve análise da segunda Ndc do Brasil. Baku: Observatório do Clima, 2024. Disponível em: <<https://www.oc.eco.br/wp-content/uploads/2024/11/BREVE-ANALISE-DA-SEGUNDA-NDC-DO-BRASIL-1.pdf&ved=2ahUKEwjhk8yarMmPAxWTgf0HHYMuF2IQFnoECBgQAw&usg=AOvVaw1-3c6Zs5uAP6QcdslsXNrD>>. Acesso em: 9 ago. 2025.

OKEREKE, Chukwumerije (org.). Politics of the environment: a survey. London: Routledge, 2018.

OLIVEIRA, Sandra Maria Do Valle Leone et al. Institucionalização das políticas informadas por evidências no Brasil. Revista Panamericana de Salud Pública, [s. l.], v. 44, p. 1, 2020.

PALOTTI, Pedro Lucas de Moura et al. Uso de evidências pela burocracia dirigente do nível federal. Texto para Discussão, [s. l.], p. 1–101, 2022.

PARKHURST, Justin O. The politics of evidence: from evidence-based policy to the good governance of evidence. Abingdon; New York: Routledge, 2017. (Routledge Studies in Governance and Public Policy).

PAUW, Pieter et al. Different perspectives on differentiated responsibilities: a state-of-the-art review of the notion of common but differentiated responsibilities in international negotiations. Deutsches Institut für Entwicklungspolitik, [s. l.], 2014. Disponível em: <<https://www.idos-research.de/en/discussion-paper/article/different-perspectives-on-differentiated-responsibilities-a-state-of-the-art-review-of-the-notion-of-common-but-differentiated-responsibilities-in-international-negotiations/>>. Acesso em: 29 ago. 2025.

PHILLIPS, Peter W. B.; CASTLE, David; SMYTH, Stuart J. Evidence-based policy making: determining what is evidence. Heliyon, [s. l.], v. 6, n. 7, p. e04519, 2020.

PIERSON, Paul. Increasing returns, path dependence, and the study of politics. The American Political Science Review, [s. l.], v. 94, n. 2, p. 251–267, 2000.

PINHEIRO, Maurício Mota Saboya. Políticas públicas baseadas em evidências: um modelo moderado de análise conceitual e avaliação crítica. In: KOGA, Natália Massaco (org.). Políticas públicas e usos de evidências no Brasil: conceitos, métodos, contextos e práticas. Brasília: Ipea, 2022.

PREFEITURA DE FORTALEZA. Plano Local de Ação Climática da Cidade de Fortaleza. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: <https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/infocidade/mudancas-climaticas/plano_local_de_acao_climatica_de_fortaleza_2020.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2024.

PREFEITURA DE RECIFE. Plano Local de Ação Climática da Cidade do Recife. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: <<https://americadosul.iclei.org/wp-content/uploads/sites/78/2020/12/plac-recife-digital-v5.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2024.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. Planclima SP. São Paulo: Prefeitura de São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/governo/secretaria_executiva_de_mudancas_climaticas/arquivos/planclimaspp/PlanClimaSP_BaixaResolucao.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2024.



RAEDER, Sávio. As ciências no Antropoceno: políticas públicas baseadas na coprodução de evidências para os desafios socioambientais da nova época. Brasília: Enap, 2024.

RECKIEN, Diana et al. Navigating the continuum between adaptation and maladaptation. *Nature Climate Change*, [s. l.], v. 13, n. 9, p. 907–918, 2023.

ROCKSTRÖM, Johan et al. A safe operating space for humanity. *Nature*, London, v. 461, n. 7263, p. 472–475, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1038/461472a>.

SAGER, Fritz; HADORN, Susanne; SCHLAUFER, Caroline. Evidence-based policy. In: VAN GERVEN, Minna; ROTHMAYR ALLISON, Christine; SCHUBERT, Klaus (org.). *Encyclopedia of public policy*. Cham: Springer International Publishing, 2023. p. 1–7. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-90434-0_75-1.

SANTANA, Adrielli Santos De; SANTOS, Gesmar Rosa Dos. Impactos da seca de 2012-2017 na região semiárida do Nordeste: notas sobre a abordagem de dados quantitativos e conclusões qualitativas. *Boletim Regional, Urbano e Ambiental (BRUA)*: n. 22, [s. l.], v. 22, p. 119–129, 2020.

STAFFORD-SMITH, Mark et al. Climate change adaptation guidance: Clarifying three modes of planning and implementation. *Climate Risk Management*, [s. l.], v. 35, p. 100392, 2022.

SUANO, Bethânia; FARIAS, Bruno Graebon de; BEIDACKI, Carolina Scherer. Institucionalização do uso de evidências em políticas no Brasil: avanços e oportunidades. *Boletim de Análise Político-Institucional*, [s. l.], n. 37, p. 153–161, 2024.

SYRKIS, Guilherme Wehb et al. Vulnerabilidades às mudanças climáticas e análise da implementação de medidas de adaptação em estados brasileiros. *Boletim de Conjuntura (BOCA)*, [s. l.], v. 19, n. 56, p. 606–635, 2024.

TORRES, Pedro Henrique Campello et al. Justiça climática e as estratégias de adaptação às mudanças climáticas no Brasil e em Portugal. *Estudos Avançados*, [s. l.], v. 35, p. 159–176, 2021.

TØRSTAD, Vegard et al. The ambition trap: how overpromising on climate action could undermine the Paris Agreement. *Global Environmental Politics*, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 27–54, 2025.

TSAI, David et al. Nota Técnica: O Brasil conseguirá cumprir sua “nova velha” NDC em 2025? [S. l.]: Observatório do Clima, 2023. Disponível em: <<https://www.oc.eco.br/nota-tecnica-o-brasil-conseguira-cumprir-sua-nova-velha-ndc-em-2025/>>. Acesso em: 9 ago. 2025.

UN. What is REDD+? | UNFCCC. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <<https://unfccc.int/topics/land-use/workstreams/redd/what-is-redd>>. Acesso em: 8 set. 2025.

UNFCC. Report of the Adaptation Committee. [S. l.]: United Nations, Climate Change, 2019. Disponível em: <<https://unfccc.int/documents/200700>>. Acesso em: 15 set. 2025.

UNFCCC. Report of the Conference of the Parties on its twenty-first session, held in Paris from 30 November to 13 December 2015. Addendum. Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its twenty-first session. [S. l.]: United Nations/Framework Convention on Climate Change, 2016. Disponível em: <<https://unfccc.int/documents/9097>>. Acesso em: 15 set. 2025.



UNTERSTELL, Natalie; MARTINS, Nathália. NDC do Brasil: avaliação da atualização submetida à UNFCCC em 2022. Rio de Janeiro: Instituto Talanoa, 2022. Disponível em: <www.institutotalanoa.org/documentos>. Acesso em: 9 ago. 2025.

UN. Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. [S. l.]: United Nations, 1998. Disponível em: <<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2025.

UN. The Paris Agreement. [S. l.]: United Nations/Framework Convention on Climate Change, 2016. Disponível em: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/parisagreement_publication.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2025.

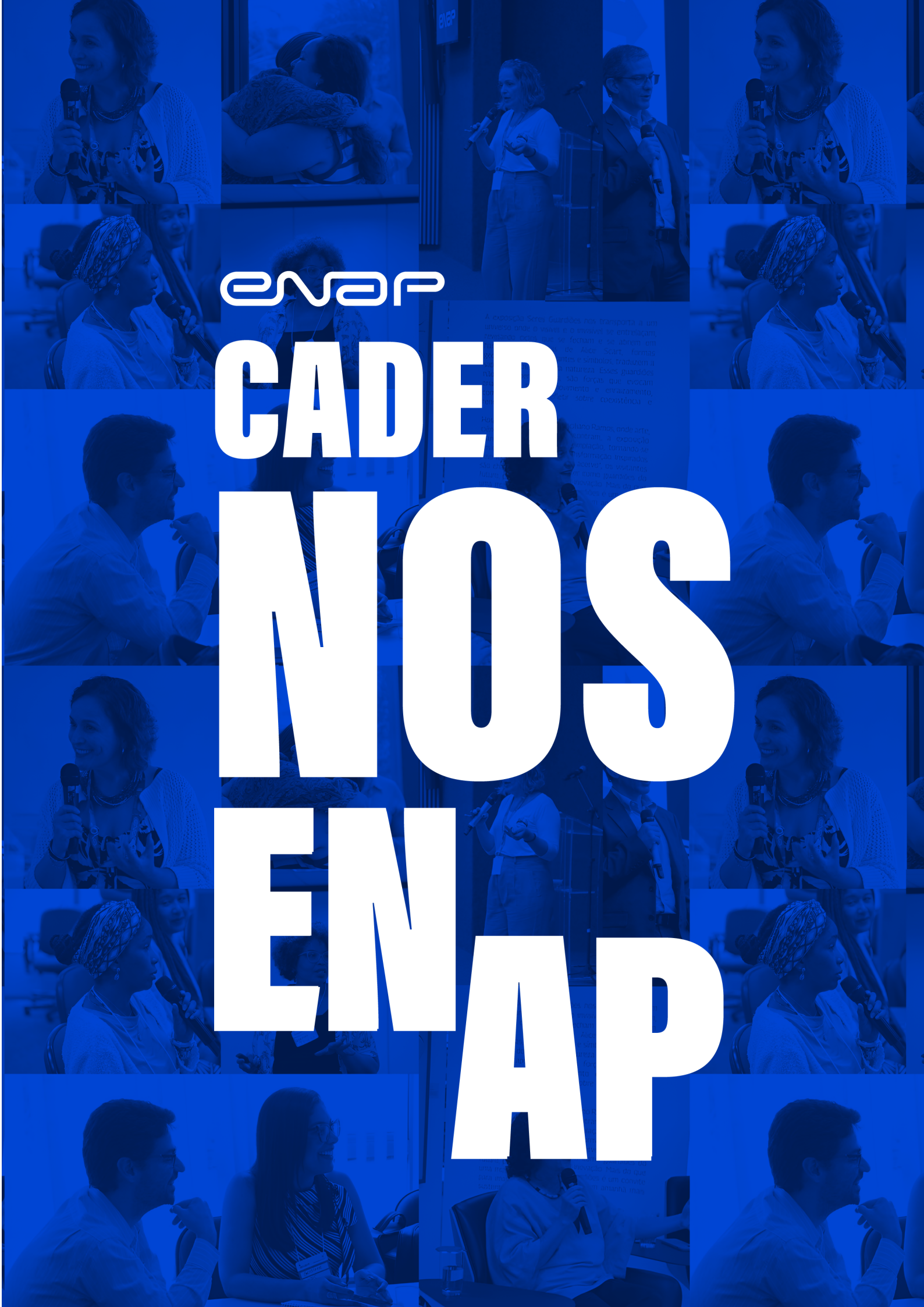
UN. United Nations Framework Convention on Climate Change. [S. l.]: United Nations, 1992. Disponível em: <<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2025.

WAIDELICH, Paul et al. Climate damage projections beyond annual temperature. *Nature Climate Change*, [s. l.], v. 14, n. 6, p. 592–599, 2024.

WCED. Our Common Future. [S. l.]: United Nations, 1987. Disponível em: <<https://www.are.admin.ch/are/en/home/medien-und-publikationen/publikationen/nachhaltige-entwicklung/brundtland-report.html>>. Acesso em: 29 ago. 2025.

WEART, Spencer R. The discovery of global warming. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2008. Disponível em: <<https://www.hup.harvard.edu/books/9780674031890>>. Acesso em: 29 ago. 2025.

WEAVER, David et al. Taming the wicked problem of climate change with ‘virtuous challenges’: an integrated management heuristic. *Journal of Environmental Management*, [s. l.], v. 347, p. 119136, 2023.



enap

CADERNOS NOS ENAP