

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
Casa Civil da Presidência da República



**PLANO
CLIMA**
Adaptação

Estratégia Nacional de Adaptação



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

LUIZ INÁCIO LULA DA SILVA

Vice-Presidente

GERALDO ALCKMIN

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA

Ministra de Estado

MARINA SILVA

SECRETARIA-EXECUTIVA

Secretário-Executivo

JOÃO PAULO RIBEIRO CAPOBIANCO

SECRETARIA NACIONAL DE MUDANÇA DO CLIMA

Secretário

ALOISIO LOPES PEREIRA DE MELO

DEPARTAMENTO DE POLÍTICAS PARA ADAPTAÇÃO E RESILIÊNCIA À MUDANÇA DO CLIMA

Diretora

INAMARA SANTOS MÉLO

COORDENAÇÃO-GERAL DE POLÍTICAS NACIONAIS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO PARA ADAPTAÇÃO

Coordenadora-Geral

KARINE LOPES

COORDENAÇÃO-GERAL DE INTEGRAÇÃO MULTINÍVEL E ANÁLISE DE RISCO

Coordenador-Geral

LINCOLN MUNIZ ALVES

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Ministra de Estado

LUCIANA SANTOS

SECRETARIA-EXECUTIVA

Secretário-Executivo

LUIS MANUEL REBELO FERNANDES

SECRETARIA DE POLÍTICAS E PROGRAMAS ESTRATÉGICOS

Secretária

ANDREA BRITO LATGÉ

DEPARTAMENTO PARA O CLIMA E SUSTENTABILIDADE

Diretor

OSVALDO LUIZ LEAL DE MORAES

COORDENAÇÃO-GERAL DE CIÊNCIA DO CLIMA

Coordenador-Geral

MÁRCIO ROJAS DA CRUZ

CASA CIVIL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

Ministro de Estado

RUI COSTA

SECRETARIA-EXECUTIVA

Secretária-Executiva

MIRIAM APARECIDA BELCHIOR

SECRETARIA DE ARTICULAÇÃO E MONITORAMENTO

Secretária

JULIA ALVES MARINHO RODRIGUES

SECRETARIA ADJUNTA III

Secretário Adjunto

ADRIANO SANTIAGO DE OLIVEIRA

Gerente de Projeto

RAFAEL MARTINS DIAS

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
Casa Civil da Presidência da República

Plano Clima Adaptação Estratégia Nacional de Adaptação

Brasília/DF
MMA, MCTI, CC/PR
2025



Equipe Técnica

Autores

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

Adriana Brito da Silva

Daniela Dantas de Menezes Ribeiro

Inamara Santos Mélo

Isabela Mirna Marques Lourenço

João Filipe Iura Schafaschek

Karine Lopes

Lincoln Muniz Alves

Pedro Alexandre Rodrigues Christ

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

Diogo Victor Santos

Márcio Rojas da Cruz

Ricardo Vieira Araujo

Sávio Túlio Oselieri Raeder

Deutsche Gesellschaft für Internationale

Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Ana Carolina Câmara

Armin Deitenbach

Fernanda Leite

Francisco Veiga Lima

Luciana Mara Alves

Pablo Borges de Amorim

Projeto Ciência&Clima (GEF/PNUD/MCTI)

Jussara Peccini

Mariana Gutierrez Arteiro da Paz

Natalia Torres D'Alessandro

Renata Patricia Soares Grisolí

Revisão Técnica

Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças

Climáticas Globais – Rede Clima

Jean Pierre Henry Balbaud Ometto

Maria Fernanda Lemos

Mariana Moncassim Vale

Paulo Antunes Horta Junior

Revisão Textual

Laura Nicoli Pereira e Silva

Wagner Luiz Ribeiro dos Santos

Edição

Sandra Damiani

Projeto Gráfico, Diagramação e Arte

AKDesign - Ana Krebs

Ilustrações

Ana Krebs

Sandra Damiani

O Plano Clima Adaptação conta com a coordenação-geral do MMA, coordenação técnico-científica do MCTI e apoio do ProAdapta — projeto implementado pela GIZ no âmbito da parceria entre o MMA e o Ministério Federal do Meio Ambiente, Ação Climática, Conservação da Natureza e Segurança Nuclear da Alemanha (BMUKN), como parte da Iniciativa Internacional para o Clima (IKI) — e do Ciência&Clima — projeto de cooperação técnica internacional (BRA/23/G31 – Quinta Comunicação Nacional, Relatório de Atualização Bienal e Relatórios Binais de Transparência para a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima) executado pelo MCTI com apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD Brasil) e recursos do Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

B823p Brasil. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima.

Plano Clima Adaptação [recurso eletrônico] : estratégia nacional de adaptação. – Brasília, DF : MMA : MCTI : CC/PR, 2025.

111 p. : il. color.

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-85-7738-538-6 (online)

1. Mudança climática. 2. Política pública. 3. Desigualdade socioeconômica. 4. Transição ecológica. 5. Justiça climática. I. Título.

CDU 504.7

IBAMA

Biblioteca Nacional do Meio Ambiente

Thaís da Silva Rodrigues – CRB1/3688

Coordenação do Grupo Técnico Temporário de Adaptação do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

Aloisio Lopes Pereira de Melo

Inamara Santos Mélo

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

Sávio Túlio Oselieri Raeder

Márcio Rojas Da Cruz

Representantes do Grupo Técnico Temporário de Adaptação do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima

Casa Civil da Presidência da República

Silvia Helena de Souza Ferrari

Rafael Martins Dias

Fórum Brasileiro de Mudança do Clima

Jussara de Lima Carvalho

Suely Mara Vaz Guimarães de Araújo

Ministério da Agricultura e Pecuária

Gustavo dos Santos Goretti

Kleber Souza dos Santos

Ministério da Fazenda

José Pedro Bastos Neves

Matias Rebello Cardomingo

Ministério da Igualdade Racial

Bárbara da Silva Rosa

Maiara Batista Dourado

Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional

Rafael Pereira Machado

Juliana Sobrinho dos Santos Moretti

Ministério da Pesca e Aquicultura

Adayse Bossolani da Guarda

Luciene Mignani

Ministério da Saúde

Emerson Soares dos Santos

Gustavo dos Santos Souza

Ministério das Cidades

Yuri Rafael Della Giustina

Raquel Furtado Martins de Paula

Ministério das Mulheres

Maria Jocicleide Lima de Aguiar

Ministério das Relações Exteriores

Mário Gustavo Mottin

Bruna Veríssimo Santos Honório

Ministério de Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços

Lucas Ramalho Maciel

Geisiane do Nascimento Silva Basso

Ministério de Minas e Energia

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares

Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar

Camila Alves Rodrigues

Maurício Polidoro

Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social, Família e Combate à Fome

Márcia Muchagata

Gisele Ane Bortolini

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

Bráulio Ferreira de Souza Dias

Nadinni Oliveira de Matos Sousa

Iara Bueno Giacomini

Alexandre Resende Tofeti

Cláudia Regina Sala de Pinho

Angela Alves Roma Stoianoff

Ana Paula Leite Prates

Maria Carolina Chalegre Touceira

Ministério do Planejamento e Orçamento

Yriz Soares da Silva

Rodrigo Correa Ramiro

Ministério do Trabalho e Emprego

Victor Pellegrini Mammana

Leonardo Dias de Moraes

Ministério do Turismo

Carolina Fávero de Souza

Edson Teixeira Viana Barros

Ministério dos Povos Indígenas

Francieli Lisboa de Almeida

Bianca Hammerschmidt

Ministério dos Transportes

Fani Mamede

George Yun

Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais – Rede Clima

Jean Pierre Henry Balbaud Ometto

Mariana Moncassim Vale

Secretaria-Geral da Presidência da República

Carla de Paiva Bezerra

Jorge Lucien Munchen Martins

Instituições do Governo Federal Participantes da Estratégia Nacional de Adaptação à Mudança do Clima

Advocacia-Geral da União

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

Centro Nacional de Monitoramento de Desastres Naturais

Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

Ministério da Cultura

Ministério da Educação

Ministério do Empreendedorismo, da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte

Instituições Participantes da Estratégia Nacional de Adaptação à Mudança do Clima

Agência das Nações Unidas para as Migrações – OIM

Alto Comissariado das Nações Unidas para os Refugiados – ACNUR

Fundação Getúlio Vargas – FGV

Fundação Grupo Boticário de Conservação da Natureza

Latin American Climate Lawyers Initiative for Mobilizing Action – LACLIMA

World Resources Institute – WRI

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

André Geraldo de Moraes Simões

André Luiz Ferreira

André Luiz Martins Costa

André Polly

Angelita de Souza Coelho

Clician do Couto Oliveira

Denise Maria Penna Kronemberger

Fernanda Malta

Fernando Peres Dias

Gustavo de Carvalho Cayres da Silva

Leonardo Bergamini

Leonardo Queiroz Athias

Manuela Mendonça de Alvarenga

Maria Luisa Pimenta

Marta de Oliveira Antunes

Michel Vieira Lapip

Octavio Oliveira

Paulo Wagner Teixeira Marques

Rodrigo da Silveira Pereira

Sandra de Carlo

Thaís de Oliveira Barbosa Mothe

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Cássia Maria Gama Lemos

Evandro Albiach Branco

Francinelli Angeli Francisco

Gustavo Felipe Balué Arcosverde

Júlia Alves Menezes

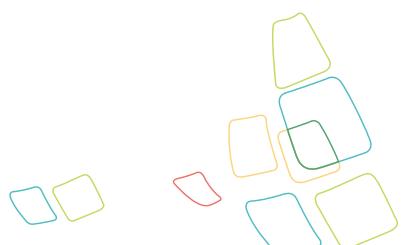
Karine Rocha Aguiar Bezerra

Mári Andrae Feldman Firpo

Mariana Marques Wolf

Silvia Sayuri Mandai

Thales Vaz Penha



Lista de Figuras

Figura 1	Modelo orientativo dos Planos Setoriais e Temáticos	22
Figura 2	Etapas do processo participativo para a elaboração do Plano Clima Adaptação	24
Figura 3	Etapas do ciclo iterativo da adaptação	25
Figura 4	A análise de risco considera a composição de informações de ameaça climática, exposição e vulnerabilidade	26
Figura 5	Impactos do El Niño e La Niña no Brasil durante o verão (dezembro, janeiro e fevereiro) e inverno (junho, julho e agosto)	36
Figura 6	Anomalia de temperatura máxima média observada para 2011-2020	37
Figura 7	Anomalia de ondas de calor (WSDI) observada para 2011-2020	38
Figura 8	Anomalia percentual de precipitação observada para 2011-2020	38
Figura 9	Anomalia de dias secos consecutivos (CDD) observada para 2011-2020	39
Figura 10	Anomalia na precipitação máxima anual em cinco dias (RX5day) observada para 2011-2020	39
Figura 11	Média diária global da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do oceano, de janeiro de 1981 até setembro de 2024	40
Figura 12	Tendência de mudança de temperatura superficial do oceano no Atlântico Sul, com a delimitação do Sistema Costeiro-Marinho	41
Figura 13	Pessoas afetadas por ano e região, considerando desastres climatológicos, hidrológicos e meteorológicos	47
Figura 14	Impactos relacionados ao clima no Brasil na última década (2015-2024)	48
Figura 15	Distribuição dos danos materiais e prejuízos causados por desastres naturais por região entre 2015 e 2024	48
Figura 16	Impactos de chuvas severas no Brasil entre 2011 e 2024	49
Figura 17	Secas e cheias na Amazônia em 2023	50
Figura 18	Evolução temporal das secas no Brasil, considerando o Índice Padronizado de Precipitação e Evapotranspiração, de dezembro de 1951 a abril de 2024	51
Figura 19	Impactos de secas e incêndios no Brasil entre 2010 e 2024	52

Lista de Quadros

Quadro 1	Mudanças observadas e futuras por região para 14 tipos de ameaças climáticas	44
Quadro 2	Tendências sobre a mudança do clima no Brasil por categoria de ameaça	45
Quadro 3	Metas nacionais e indicadores do Plano Clima Adaptação	78
Quadro A1	Lista de ameaças climáticas consideradas por cada fonte de dados e referência	110
Quadro A2	Descrição das fontes de dados e referências contempladas	111

Lista de Abreviaturas e Siglas

AbE	Adaptação baseada em Ecossistemas
CDB	Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD, na sigla em inglês)
CDD	Consecutive Dry Days (Dias secos consecutivos)
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais
CIM	Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima
CO₂	Dióxido de Carbono
COP	Conferência das Partes
CQNUMC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, na sigla em inglês)
EAR	Energia Armazenada
EARmáx	Energia Armazenada Máxima
EGC	Equilíbrio Geral Computável
ENA	Estratégia Nacional de Adaptação
ENOS	El Niño Oscilação Sul
ETF	Enhanced Transparency Framework (Estrutura de Transparência Aprimorada)
FBMC	Fórum Brasileiro de Mudança do Clima
FIDE	Formulário de Informações do Desastre
GGA	Global Goal on Adaptation (Objetivo Global de Adaptação)
IAM	Integrated Assessment Model (Modelo de Avaliação Integrada)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)
LDI	Lei de Diretrizes Orçamentárias
LOA	Lei Orçamentária Anual
MCTI	Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação
MMA	Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
NDC	Contribuição Nacionalmente Determinada
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PCD	Pessoas com Deficiência
PCT	Povos e Comunidades Tradicionais
PD	Plano Diretor

PDUI	Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado
PIB	Produto Interno Bruto
PNA	Plano Nacional de Adaptação
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNOT	Política Nacional de Ordenamento Territorial
PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
PPA	Plano Plurianual
Q90	Vazão de Permanência 90%
Rede Clima	Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais
RX5day	Highest 5-day Precipitation Amount (Maior volume de precipitação em 5 dias consecutivos)
SbN	Soluções baseadas na Natureza
SCM	Sistemas Convectivos de Mesoescala
SIN	Sistema Interligado Nacional
SPEI	Standardised Precipitation Evapotranspiration Index (Índice de Precipitação Padronizado de Evapotranspiração)
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
UNCCD	Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change (Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas)
VBP	Valor Bruto da Produção
WBGT	Wet-Bulb Globe Temperature (Temperatura de bulbo úmido)
WSDI	Warm-Spell Duration Index (Índice de Duração de Períodos Quentes)
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZEE	Zoneamento Ecológico-Econômico

Apresentação

Prezados(as) Senhores(as),

Vários resultados e entregas foram alcançados na esfera socioeconômica-ambiental nesses três anos de nossa gestão no Governo Federal. Uma gestão que está ao lado do povo brasileiro em busca da reconstrução de um país que sofreu muitas perdas no período 2019 – 2022. O momento é de união, e como mais um elemento para promovê-la, apresenta-se o novo Plano Nacional sobre Mudança do Clima (Plano Clima), com 2024-2035 como período de implementação. O Plano foi aprovado pelo Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM) em sua 4ª Reunião Ordinária, realizada em 15 de dezembro de 2025. O CIM é o principal órgão colegiado da governança brasileira sobre mudança do clima, e é presidido pela Casa Civil da Presidência da República, com o apoio do seu Subcomitê Executivo (SUBEX/CIM), coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA).

A aprovação do Plano Clima, que ocorre após 17 anos da primeira edição, marca um momento decisivo na política brasileira sobre mudança do clima, com o estabelecimento de um caminho transparente, robusto e participativo para que o País cumpra integralmente suas metas no âmbito do Acordo de Paris, que completou 10 anos em 2025. O novo Plano Clima, portanto, é instituído em momento histórico, no ano em que o Brasil foi o anfitrião da 30a Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP 30) em Belém do Pará. Após esse momento marcante do multilateralismo, sob a liderança brasileira, o Governo do Brasil, com o apoio dos mais diversos setores de sua sociedade, entrega um Plano que visa guiar o país na sua trajetória para uma economia com emissões líquidas zero de gases de efeito estufa até 2050, à luz do desenvolvimento sustentável e de suas responsabilidades comuns porém diferenciadas e respectivas capacidades, bem como da transição justa e da justiça climática.

O novo Plano Clima é a tradução da força democrática e da capacidade de diálogo do Brasil, coordenando ações climáticas de diferentes setores, distribuídos nos eixos de Adaptação, Mitigação e Estratégias Transversais para a Ação Climática. E nesse contexto, destaca-se que em 2025, consolidou-se a instituição de três câmaras consultivas do CIM: Participação Social, Assessoramento Científico e Articulação Interfederativa.

O processo de sua elaboração foi participativo, inclusivo e transparente. Mobilizou mais de 24 mil participantes em plenárias e consultas públicas, que gerou milhares de contribuições e incorporou ainda as propostas priorizadas na 5ª Conferência Nacional do Meio Ambiente. Paralelamente a este engajamento social, o rigor técnico foi assegurado por um trabalho colaborativo inédito entre mais de 25 ministérios nos grupos técnicos do CIM. Este esforço intersetorial e participativo, que incluiu inúmeras oficinas, negociações, reuniões técnicas do SUBEX/CIM e do Pleno de Ministros do CIM, culminou na consolidação de um documento estratégico, validado no mais alto nível de decisão executiva da governança brasileira sobre mudança do clima.

O Plano Clima 2024-2035 é, portanto, um marco de consenso e compromisso, que nos orienta para fortalecer nossa economia de baixo carbono, bem como para nos preparar para os impactos das mudanças climáticas.

Conclama-se, portanto, todos os entes federativos, o setor privado e a sociedade civil a abraçarem este Plano e a unirem esforços na sua implementação. A ação climática exige corresponsabilidade para garantir um futuro sustentável e próspero para todas e todos.

Atenciosamente,

Rui Costa

Ministro da Casa Civil da Presidência da República
Presidente do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima

A emergência climática é o grande desafio do nosso tempo. Nos últimos anos, o mundo viveu uma sucessão de tragédias climáticas. Secas sem precedentes, chuvas intensas e ondas de calor estão presentes, de forma cada vez mais frequente e intensa, no dia a dia das pessoas. No Brasil, não tem sido diferente. Chuvas torrenciais e secas prolongadas vêm provocando desastres de grande proporção, com perdas humanas e impactos econômicos em várias localidades do país. São muitos os casos noticiados, como os deslizamentos ocorridos no Litoral Norte de São Paulo em 2023 e as enchentes no Rio Grande do Sul e em várias outras cidades em 2024. Nesses mesmos anos, secas intensas nas regiões Norte e Centro-Oeste isolaram populações, impactaram a produção e provocaram grandes incêndios florestais na Amazônia, no Pantanal e no Cerrado.

O que estamos vivenciando, portanto, é muito grave e exige que lidemos, simultaneamente, com o enfrentamento das consequências da crise climática em curso e com a intensificação dos esforços para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE), a fim de buscarmos limitar o aumento médio da temperatura global a 1,5 °C, preconizado no Acordo de Paris.

Como humanidade, temos o dever de promover a transição para um modelo econômico que respeite a capacidade de suporte do planeta, a fim de ajudar a restabelecer o equilíbrio climático de forma ética, visando superar o modelo que perpetua as desigualdades socioeconômicas históricas.

Foi com esse espírito, que o governo brasileiro conduziu a elaboração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima. Construído a muitas mãos em amplo processo intersetorial e participativo, no âmbito do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM), sob a coordenação da Casa Civil da Presidência da República (CC/PR), que preside o Comitê, do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) por meio da Secretaria Nacional de Mudança do Clima (SMC), responsável pela orientação técnica e metodológica dos trabalhos, esta última exercida em conjunto com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

O trabalho dos grupos técnicos do CIM contou com dezenas de reuniões, oficinas e seminários, com a adesão inédita de 25 ministérios, do Fórum Brasileiro sobre Mudança do Clima (FBMC) e da Rede Clima, que reúne pesquisadores de todo o país, além do engajamento de organizações da sociedade civil e do setor privado, e da participação direta dos cidadãos. O Plano Clima Participativo mobilizou mais de 24 mil participantes em plenárias e consultas públicas, o que gerou milhares de contribuições na Plataforma Brasil Participativo. Incorporou, ainda, propostas da 5ª Conferência Nacional do Meio Ambiente, que reuniu mais de 71 mil pessoas em seu processo de mobilização.

O Plano Clima é um plano com a cara do Brasil, pois buscou alinhar o rigor técnico, baseado na melhor ciência disponível e nas evidências dos mais diversos setores, com a escuta ativa e qualificada da população brasileira, que demonstrou compromisso coletivo para construir um futuro mais seguro, resiliente e sustentável. Nas páginas deste Plano, apresentamos um caminho para o Brasil enfrentar a mudança climática, visando à promoção do desenvolvimento sustentável, da geração de empregos e da inclusão social. Ele se organiza em três eixos estratégicos complementares:

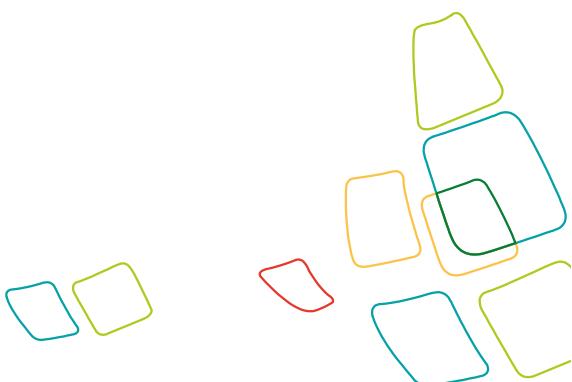
O Plano Clima Mitigação é o nosso compromisso com a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), que contribuem para o aquecimento global, e é composto pela Estratégia Nacional de Mitigação e por oito Planos Setoriais. Com base na ciência, estabelecemos metas claras e ambiciosas para reduzir as emissões de GEE em diversos setores, visando consolidar uma economia de baixo carbono, aproveitando nossas vantagens em energias renováveis e na sociobiodiversidade para gerar novas oportunidades.

O **Plano Clima Adaptação**, por sua vez, é composto pela Estratégia Nacional de Adaptação e 16 Planos Setoriais e Temáticos, é o nosso esforço para tornar nossas cidades, zona rural e ecossistemas e, acima de tudo, nossas populações, mais resilientes aos impactos que já estão acontecendo. Faremos isso orientados pelo princípio da justiça climática, garantindo que o cuidado e o amparo cheguem primeiro aos grupos vulnerabilizados.

Por fim, as **Estratégias Transversais para Ação Climática** constituem instrumentos que viabilizarão a implementação do Plano. Este eixo estabelece os arranjos de governança e os meios de implementação, investindo em educação, pesquisa, desenvolvimento e inovação, assegurando transparência na gestão, no monitoramento e na avaliação de nossas ações, sob as perspectivas da transição justa, da justiça climática e da igualdade de gênero.

Convidamos todas e todos a conhecer os documentos do Plano Clima 2024–2035 e a participar ativamente de sua implementação, fortalecendo o compromisso coletivo com a construção de um Brasil mais justo, resiliente e sustentável, rumo a um novo ciclo de prosperidade, para esta e para as futuras gerações.

Marina Silva
Ministra de Estado do Meio Ambiente e Mudança do Clima





Sumário

1. Introdução	15
2. Contexto	18
3. Impactos, vulnerabilidades e adaptação	25
3.1. O ciclo iterativo da adaptação no contexto do risco climático	25
3.2. Mudança do clima no Brasil	35
3.2.1. Características do clima no território brasileiro e fenômenos climáticos	35
3.2.2. Mudança do clima observada	37
3.2.3. Projeções para a mudança do clima no Brasil	43
3.3. Principais riscos, impactos e vulnerabilidades no Brasil	46
3.3.1. Impactos observados	46
3.3.2. Principais riscos e vulnerabilidades	57
4. Princípios Gerais do Plano Clima	69
5. Diretrizes, visão e objetivos	71
5.1. Diretrizes	71
5.2. Visão	75
5.3. Objetivo geral	75
5.4. Objetivos nacionais de adaptação	75
5.5. Metas nacionais de adaptação	77
5.6. Justiça climática: eixo norteador da adaptação	80
6. Gestão do Plano	82
6.1. Meios de implementação	82
6.2. Governança federativa	84
6.3. Participação da sociedade civil, do setor empresarial e da comunidade científica	85
6.4. Monitoramento, avaliação e aprendizado	86
6.5. Gestão do conhecimento e transparência	88
Referências	89
Glossário	103
Apêndices	109
APÊNDICE A – Método para a análise das mudanças observadas e futuras no Brasil	109

1. Introdução

A adaptação à mudança do clima é o processo de ajustar os sistemas naturais e humanos às condições climáticas atuais e futuras, lidando ainda com seus efeitos. Esse processo envolve a implementação de ações e medidas que visam reduzir ou evitar danos potenciais, bem como aproveitar oportunidades que possam ser benéficas (IPCC, 2022).

No Brasil, a **Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)** ocupa uma posição central no sistema de planejamento climático e tem como um de seus principais instrumentos o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (no âmbito nacional intitulado Plano Clima), no qual ações de adaptação para reduzir os efeitos adversos da mudança do clima e a vulnerabilidade dos sistemas ambiental, social e econômico devem ser consideradas. Nesse sentido, a atualização do Plano, iniciada em 2023, traz estratégias tanto de mitigação quanto de adaptação, com seus respectivos Planos Setoriais e Temáticos, e atualiza o **Plano Nacional de Adaptação do Brasil (PNA – 2016)**, ajustando sua denominação para “Plano Clima Adaptação”.

A construção do Plano Clima Adaptação buscou incorporar as premissas e lições aprendidas do PNA lançado em 2016, com base nos resultados apresentados nos relatórios de monitoramento e avaliação de 2017 e 2021. Três dessas lições foram especialmente importantes para a elaboração do Plano: (1) a necessidade de assegurar a articulação em níveis estratégicos do governo federal e o amadurecimento da estrutura de governança, fomentando a integração entre os setores e diferentes níveis federativos; (2) a definição de responsabilidades; e (3) o estabelecimento de metas nacionais para a adaptação, atreladas a indicadores monitoráveis no prazo de vigência do Plano e focadas nas prioridades do País (Brasil, 2021). Outra lição de destaque é a ampliação de ações de capacitação associadas à geração e à disseminação de evidências para lidar com o novo regime climático.

Sendo um direcionador estratégico do Plano Clima Adaptação, a Estratégia Nacional de Adaptação (ENA) é aqui apresentada como um documento fundamental no sistema de planejamento da ação climática no Brasil. Concebida de forma simultânea com a Estratégia Nacional de Mitigação e formulada com base em princípios da coprodução de políticas públicas baseadas em evidências, a Estratégia Nacional é o resultado de um amplo debate envolvendo gestores governamentais, cientistas e representantes da sociedade civil, de povos indígenas e de povos e comunidades tradicionais. A construção desta Estratégia contou com a mobilização da produção científica mais atual sobre o tema da adaptação, associada a saberes tradicionais e a conhecimentos técnicos gerados por agentes públicos e da sociedade civil que atuam na agenda climática.

A ENA está articulada a um conjunto de dezenas de Planos Setoriais e Temáticos, além de Estratégias Transversais, que também compõem o Plano Clima. Esse trabalho de coprodução do planejamento climático envolveu 25 ministérios, sob a coordenação-geral do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) e a coordenação técnico-científica do Ministério de Ciência, Tecnologia

e Inovação (MCTI). No âmbito governamental, também foram acionados representantes de outros órgãos do governo federal e gestores públicos da esfera subnacional.

Os dezesseis Planos Setoriais e Temáticos adotados no Plano Clima Adaptação são: Agricultura e Pecuária; Agricultura Familiar; Biodiversidade; Cidades; Energia; Igualdade Racial e Combate ao Racismo; Indústria e Mineração; Oceano e Zona Costeira; Povos e Comunidades Tradicionais; Povos Indígenas; Recursos Hídricos; Redução e Gestão de Riscos e de Desastres; Saúde; Segurança Alimentar e Nutricional; Transportes e Turismo. Tais setores e temas foram definidos com base na **Resolução CIM nº 3, de 14 de setembro de 2023**, considerando também as prioridades e urgências em relação às vulnerabilidades atuais do país.

De forma transversal, o Plano Clima aborda cinco eixos integradores entre adaptação e mitigação, organizados como Estratégias Transversais para Ação Climática que se relacionam e complementam os Planos Setoriais e Temáticos. Esses eixos abordam: Transição Justa e Justiça Climática; Mulheres e Clima; Meios de Implementação; Educação, Capacitação, Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação; e Monitoramento, Gestão, Avaliação e Transparência.

A ENA representa o amadurecimento da agenda de adaptação climática, que apresenta desafios de articulação em múltiplas escalas geográficas e governamentais. Compromissos e contribuições da escala global presentes em documentos da UNFCCC e do IPCC foram aqui incorporados, bem como foram contempladas iniciativas regionais e locais que visam ao fortalecimento da resiliência territorial.

Vale destacar a inter-relação entre as ações de mitigação e adaptação, em que a efetividade das estratégias de adaptação é limitada pela ausência de ações ambiciosas de mitigação em escala mundial (IPCC AR6, 2022). Nesse contexto, está claro que, para o êxito das ações propostas no Plano Clima, é necessário avançar nos compromissos coletivos dos países assumidos no âmbito do Acordo de Paris, especialmente no que diz respeito à limitação do aumento da temperatura média global a bem menos de 2 °C acima dos níveis pré-industriais, com esforços para restringi-lo a 1,5 °C.

Esta Estratégia foi amplamente pautada pela abordagem do risco climático, considerando de forma integrada as dimensões da ameaça, da exposição e da vulnerabilidade. Ademais, outras referências relevantes na construção deste documento foram o Objetivo Global de Adaptação, o Ciclo Iterativo de Adaptação e o Desenvolvimento Sustentável.

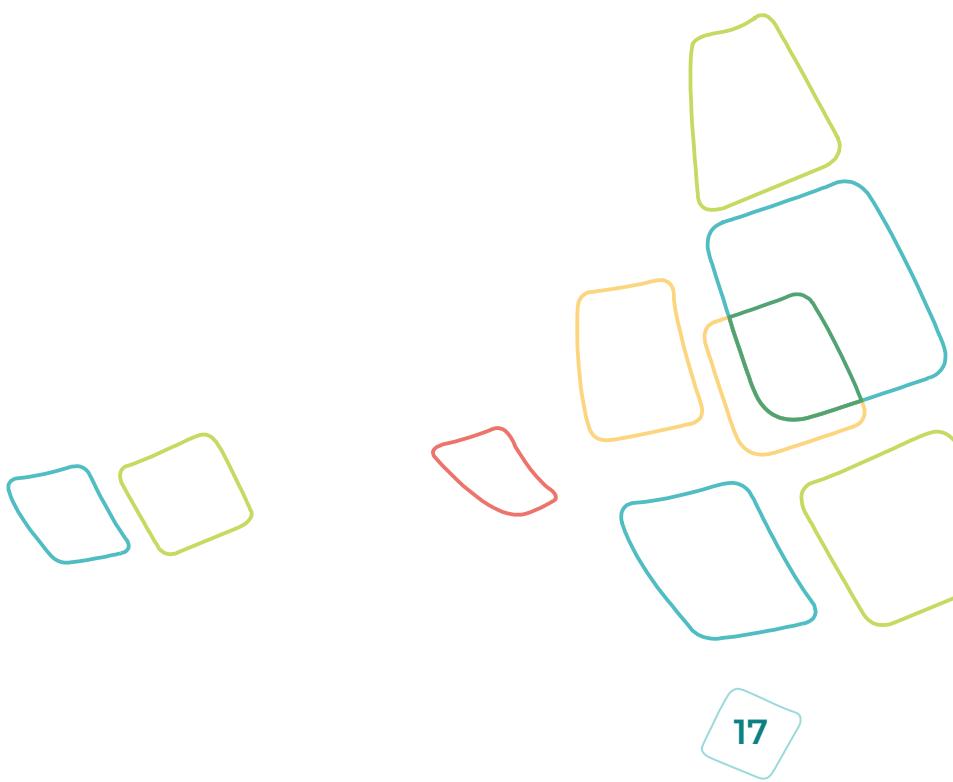
O texto da Estratégia Nacional de Adaptação, dividido em capítulos, é iniciado com uma contextualização da agenda climática no Brasil e no Mundo. Nessa parte, são identificadas referências tanto a políticas globais pactuadas no âmbito da Organização das Nações Unidas (ONU) como marcos legais que normatizam a ação climática nacional. São apresentados também alguns dos normativos que balizaram a construção da Estratégia, bem como informações sobre o processo de formulação do documento e sua articulação com outros instrumentos legais, com destaque para a construção dos Planos Setoriais e Temáticos, que compõem o Plano Clima Adaptação.

O terceiro e maior capítulo da ENA, intitulado “Impactos, vulnerabilidades e adaptação”, contém os conceitos técnicos e a base metodológica adotados no processo de construção da ENA e dos Planos Setoriais e Temáticos. Assim, evidências sobre a mudança do clima já observada e as tendências futuras são apresentadas, considerando os cenários de cumprimento do Acordo de Paris, bem como dados sobre impactos observados em diferentes dimensões, como desastres, saúde, segurança alimentar e energética, entre outros. É possível identificar diferentes fatores de vulnerabilidade presentes na população e em sistemas, bem como os principais riscos climáticos no contexto nacional, ambos respaldados pela melhor ciência disponível.

No quarto capítulo, são tratados os Princípios Gerais do Plano Clima, ancorando o documento de forma mais explícita nos principais marcos institucionais que compõem a agenda ambiental no Brasil e no mundo. Em seguida, no quinto capítulo, são apresentadas as Diretrizes, a Visão e os Objetivos que compõem a ENA. Nessa seção, são encontrados os nove Objetivos Nacionais e as 12 Metas Nacionais de Adaptação, que nortearão iniciativas concretas a serem promovidas por órgãos da esfera federal em articulação com os entes subnacionais, além de atores da sociedade.

O sexto e último capítulo trata da gestão do Plano Clima Adaptação, abordando temas como meios de implementação e aspectos relacionados à governança federativa e à participação da sociedade civil, do setor empresarial e da comunidade científica. Por fim, são apresentadas definições sobre monitoramento, avaliação e aprendizado do Plano, além da gestão do conhecimento e transparência.

Em síntese, a ENA apresenta as principais referências normativas e teóricas do Plano Clima Adaptação, buscando representar a forma como os diferentes documentos deste Plano estão articulados de modo a compor um sistema de planejamento coerente. A construção desta Estratégia foi permeada tanto pelo caráter democrático de ampla participação social, como pelo rigor científico que evidencia a crise climática. Essa crise sem precedentes na história coloca em risco os diferentes modos de vida, agravando as desigualdades territoriais e exigindo esforços crescentes em favor da justiça climática e da promoção do desenvolvimento sustentável.



2. Contexto

A agenda de adaptação é essencial para assegurar a dignidade e os direitos humanos, ao impulsionar o desenvolvimento sustentável, promovendo a proteção e a resiliência aos impactos da mudança do clima. Sua relevância cresce diante do aumento dos riscos climáticos para os ecossistemas e as populações humanas, especialmente aquelas em situação de maior vulnerabilidade socioeconômica e territorial (IPCC, 2023). A adaptação é uma pauta transversal que atua como base para assegurar não apenas a efetivação de compromissos internacionais, mas também dos princípios da Constituição de 1988 (Brasil, 1988).

A política global de adaptação é orientada pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC ou UNFCCC, na sigla em inglês), tratado internacional que se configura como um documento-chave do regime internacional para o enfrentamento da mudança do clima. Negociada e estabelecida durante a Rio-1992, a Convenção reconhece que todos os países têm direito ao desenvolvimento sustentável, nele compreendidas as necessidades sociais, ambientais e econômicas.

A UNFCCC segue o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, reconhecendo que todos os países têm responsabilidades compartilhadas no combate à mudança do clima, mas com diferentes capacidades e níveis de contribuição para o aquecimento global. Nesse sentido, os países que historicamente mais contribuíram para as emissões de gases de efeito estufa devem assumir responsabilidades maiores, enquanto os países mais vulneráveis, que enfrentam os impactos mais severos, devem receber apoio para se adaptarem. Esse princípio promove a cooperação global, e considera que os fenômenos climáticos e os seus efeitos não respeitam fronteiras, afetando diversas regiões do mundo de forma interconectada e sem se limitar a um único país ou região.

Entre suas atribuições, o Secretariado da UNFCCC facilita as negociações intergovernamentais sobre mudança do clima, apoia a implementação da Convenção, do Protocolo de Quioto e do Acordo de Paris. Destaca-se que a Conferência das Partes (COP) é o órgão supremo de tomada de decisões da UNFCCC, que reúne anualmente os países Parte em conferências mundiais. As decisões de uma COP são estabelecidas de forma coletiva e consensual e só podem ser tomadas se forem aceitas em comum acordo pelas Partes, sendo soberanas e válidas para todos os países signatários.

Até a décima terceira Conferência das Partes (COP13), que aconteceu em Bali em 2007, a adaptação era secundária em relação à mitigação. No entanto, a COP13 adotou o “Plano de Ação de Bali” que, pela primeira vez, apontou que a adaptação deveria estar no centro das negociações climáticas, tanto quanto a mitigação. Entretanto, foi apenas no Marco de Cancún, estabelecido na décima sexta sessão da Conferência das Partes (COP16), em 2010, que a agenda de adaptação passou a ganhar maior relevância no mundo. Na ocasião, foi criado o Comitê de Adaptação e reconheceu-se formalmente a

importância da formulação dos Planos Nacionais de Adaptação, como instrumentos-chave para fortalecer a resposta dos países à mudança do clima. A partir desse marco, a adaptação passou a ocupar espaço crescente nas negociações climáticas multilaterais.

Adaptação como pauta central – A tendência de colocar a adaptação no centro das negociações climáticas foi reforçada pelo Acordo de Paris, firmado em 2015, na COP 21, que estabeleceu o Objetivo Global de Adaptação (GGA, na sigla em inglês). No contexto nacional, o **Decreto nº 9.073, de 5 de junho de 2017**, que promulga o Acordo de Paris no Brasil, traz o GGA em seu Artigo 7.1, com a seguinte redação:

As Partes estabelecem o objetivo global para a adaptação, que consiste em aumentar a capacidade de adaptação, fortalecer a resiliência e reduzir a vulnerabilidade à mudança do clima, contribuir para o desenvolvimento sustentável e assegurar uma resposta de adaptação adequada ao contexto da meta de temperatura a que se refere o Artigo 2º.

É importante esclarecer que a meta de temperatura mencionada no artigo 2º visa manter o aumento da temperatura média global bem abaixo de 2 °C em relação aos níveis pré-industriais, com esforços para limitar esse aumento a, no máximo, 1,5 °C. Trata-se do reconhecimento, em nível mundial, com base na ciência, de que manter até esse patamar reduziria significativamente os riscos e os impactos da mudança do clima. Apesar desses compromissos globais e dos esforços de mitigação em curso, as evidências científicas mais recentes apontam que seguimos em uma trajetória de aquecimento global que ultrapassa o limite de 1,5 °C, o que já tem resultado em impactos climáticos mais frequentes e intensos, com riscos crescentes para os sistemas naturais e humanos.

Nesse contexto, a adaptação climática torna-se ainda mais urgente e deve ser guiada pelas necessidades, capacidades e prioridades de cada país. O próprio Acordo de Paris reconhece esse princípio ao afirmar que a adaptação deve ser *country-driven*, ou seja, impulsionada ou direcionada pelo país, respeitando sua autonomia para definir estratégias coerentes com seus contextos socioeconômicos, ambientais e institucionais.

O Acordo de Paris reconheceu ainda a importância do engajamento de todos os níveis de governo e diferentes atores; da integridade de todos os ecossistemas, incluindo o oceano; da proteção da biodiversidade; e da justiça climática na adoção de medidas para enfrentar a mudança do clima.

Para monitorar o progresso na implementação do Objetivo Global de Adaptação, foi estabelecido, na COP26, o Programa de Trabalho Glasgow-Sharm el-Sheikh (2021-2023), com metas a serem atingidas até 2030. Essas metas de adaptação, adotadas na COP28, em Dubai, abrangem os seguintes temas: (a) água; (b) segurança alimentar, nutricional e produção agrícola; (c) saúde, biodiversidade e ecossistemas; (d) infraestrutura; (e) erradicação da pobreza; e (f) proteção do patrimônio cultural, conhecimento tradicional, indígena e sistemas locais de conhecimento. Também foram incluídas metas relacionadas às fases do Ciclo Iterativo de Adaptação: (a) impactos, vulnerabilidades e riscos; (b) planejamento; (c) implementação; e (d) monitoramento, avaliação e aprendizado.

Essa verificação é parte integrante do Balanço Global (*Global Stocktake*) do Acordo de Paris, um mecanismo de transparência que avalia coletivamente, a cada cinco anos, o progresso dos países signatários em direção ao cumprimento das metas de mitigação de gases de efeito estufa, da adaptação climática, do financiamento e da transferência de tecnologia, e auxilia os tomadores de decisão a reforçarem suas políticas e compromissos climáticos.

Embora não haja exigência de relatórios adicionais, o primeiro *Global Stocktake*, divulgado em 2023, convida voluntariamente os países a incluir informações sobre adaptação nos Relatórios Bienais de Transparência, Planos Nacionais de Adaptação, e nas Comunicações Nacionais e Contribuições Nacionalmente Determinadas (UNFCCC, 2023).

Primeiro Plano Nacional de Adaptação – No arcabouço legal brasileiro, a adaptação é apresentada nos objetivos, diretrizes e instrumentos da **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**, que instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e determina o estabelecimento de Planos Setoriais de Adaptação. Isso foi efetivado por meio do primeiro Plano Nacional de Adaptação (PNA), lançado pela **Portaria MMA nº 150, de 10 de maio de 2016**. Elaborado pelo governo federal em colaboração com a sociedade civil, setor privado e governos estaduais, o Plano contemplou 11 setores e temas, com previsão de ciclos de revisão a cada quatro anos.

Esse instrumento foi considerado um marco na política de clima nacional, servindo de base para a elaboração de planos de adaptação e de ação climática em alguns estados e municípios brasileiros. Ademais, contribuiu para o avanço do conhecimento sobre os impactos, riscos e vulnerabilidades relacionados ao clima e para a incorporação de aspectos da mudança do clima no planejamento da gestão pública.

Agenda prioritária de governo – Após um hiato na condução da política de adaptação à mudança do clima e diante das novas catástrofes relacionadas a eventos extremos, a urgência do tema foi reconhecida em 2023. Como resultado, a agenda climática foi integrada à estrutura de 19 dos 37 ministérios do governo brasileiro. Para dar materialidade a essa priorização, o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM) foi reestruturado pelo **Decreto nº 11.550, de 5 de junho de 2023**, com a missão de propor atualizações à Política Nacional sobre Mudança do Clima. Entre suas atribuições estão a revisão das estratégias de mitigação e adaptação, assim como da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), abrangendo metas, meios de implementação e mecanismos de monitoramento, relato e verificação.

Nesse mesmo ano, o Comitê aprovou a correção da NDC brasileira, reforçando as ambições assumidas para o alcance dos objetivos do Acordo de Paris. Além disso, publicou a **Resolução CIM nº 3, de 14 de setembro de 2023**, que dispõe sobre a revisão do Plano Nacional sobre Mudança do Clima e cria os Grupos de Trabalho Temporário de Mitigação e de Adaptação, com a missão de elaborar as Estratégias Nacionais de Mitigação e de Adaptação.

A Resolução apontou os elementos básicos que deveriam constar na Estratégia Nacional de Adaptação e nos Planos Setoriais e Temáticos, a saber: agricultura e pecuária; agricultura familiar; biodiversidade; cidades; redução e gestão de riscos e de desastres; indústria e mineração; energia; transportes; igualdade racial e combate ao racismo; povos e comunidades tradicionais; povos indígenas; recursos hídricos; saúde; segurança alimentar e nutricional; oceano e zona costeira; e turismo.

Em junho de 2024, demonstrando a transversalidade da agenda climática, o CIM teve sua composição ampliada para 25 órgãos governamentais pelo **Decreto nº 12.040, de 5 de junho de 2024**. Esse decreto também instituiu a Câmara de Assessoramento Científico, a Câmara de Participação Social e a Câmara de Articulação Federativa como estruturas permanentes do Comitê Interministerial.

Sob o reforço da Lei nº 14.904, de 27 de junho de 2024, que estabelece diretrizes para a elaboração de planos de adaptação à mudança do clima, o Brasil promoveu, então, a revisão do PNA. Essa Lei determina, em seu Art. 5º, que:

As medidas previstas no Plano Nacional de Adaptação, a ser elaborado pelo órgão federal competente, serão formuladas em articulação com as 3 (três) esferas da Federação e os setores socioeconômicos, garantida a participação social dos mais vulneráveis aos efeitos adversos dessa mudança e dos representantes do setor privado, com vistas a fortalecer e estimular a produção de resultados tangíveis de adaptação que garantam a mitigação dos efeitos atuais e esperados da mudança do clima, compatibilizando a proteção do meio ambiente com o desenvolvimento econômico.

A mesma norma estabelece, em seu artigo 2º, como diretriz dos planos de adaptação à mudança do clima, a sinergia entre a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), instituída pela **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012**; o Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil; os planos estaduais, distrital e municipais de proteção e defesa civil; e a Estratégia Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas.

Além disso, por meio da **Resolução do CIM/CC/PR nº 7, de 3 de julho de 2024**, o Brasil apresentou sua nova NDC com a meta de reduzir entre 59% e 67% as emissões líquidas até 2035 (base 2005) e alcançará neutralidade climática até 2050. O compromisso incorpora princípios de justiça climática, com foco na equidade social, valorização das culturas indígenas e redução das desigualdades, e adota o Plano Clima como base para a implementação das metas de mitigação e adaptação.

Plano Clima Adaptação – Neste contexto, o Plano Clima Adaptação representa a revisão do Plano Nacional de Adaptação, consolidado na Estratégia Nacional de Adaptação e seus Planos Setoriais e Temáticos. Sua elaboração contou com a coautoria de 25 ministérios, sob a coordenação do MMA e do MCTI, além da participação de diversos atores da sociedade. O novo Plano incorpora lições aprendidas do PNA anterior, com foco em governança, definição de metas e indicadores, e fortalecimento da capacitação e disseminação de conhecimento sobre a crise climática.

Planos Setoriais e Temáticos – Os ministérios coautores tiveram a responsabilidade de elaborar os Planos Setoriais e Temáticos, garantindo o protagonismo na definição dos conteúdos e prioridades de acordo com suas competências governamentais, seguindo as diretrizes acordadas para esse Plano. Para assegurar o alinhamento, a coordenação e a integração entre os(as) envolvidos(as) nos diversos ministérios, foram promovidas ações de sensibilização, capacitação e nivelamento conceitual sobre temas relacionados aos riscos climáticos e vulnerabilidades, tais como Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE), emergência climática, mobilidade humana e justiça climática. Uma série de 26 eventos de capacitação foi realizada, incluindo seminários, reuniões técnicas, oficinas e webinários, com a participação de mais de 870 representantes dos setores e temas, entre gestores(as) e especialistas envolvidos(as) diretamente na elaboração do conteúdo.

Um modelo orientativo foi pactuado entre os entes governamentais para garantir a coerência entre os planos setoriais e temáticos, bem como o monitoramento das ações. Cada plano conta com cinco capítulos: (I) o contexto, com a descrição da importância da adaptação e o arranjo institucional de cada setor/tema; (II) a síntese dos principais impactos, riscos e vulnerabilidades; (III) os objetivos, metas e ações vinculados aos objetivos nacionais de adaptação, com identificação das fontes de financiamento; (IV) a descrição sobre o processo de elaboração, os atores envolvidos e as responsabilidades para a implementação do plano; e (V) os aprendizados, as boas práticas e as barreiras identificadas no processo, com recomendações para a fase de implementação e os ciclos de revisão do Plano (Figura 1).

Figura 1 – Modelo orientativo dos Planos Setoriais e Temáticos

Modelo orientativo (<i>templates</i>) dos Planos Setoriais e Temáticos			
Contexto setorial / temático	Principais riscos e vulnerabilidades	Adaptação	Gestão do plano
<p>A importância da adaptação para o setor/tema</p> <ul style="list-style-type: none"> • Por que precisamos adaptar? 	<p>Síntese dos riscos prioritários</p> <ul style="list-style-type: none"> • Como somos e seremos afetados? <ul style="list-style-type: none"> • Tendências climáticas e fatores de exposição e vulnerabilidade 	<p>Objetivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Onde queremos chegar? • Definição dos objetivos setoriais e temáticos que reduzem os riscos e se conectam com os objetivos nacionais <p>Metas e ações</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marcos de alcance dos objetivos • Relação com o PPA, Adaptação Baseada em Ecossistemas, relações com outros setores e justiça climática 	<p>Elaboração do plano</p> <ul style="list-style-type: none"> • Como o plano foi desenvolvido? • Processos participativos <p>Gestão e implementação do plano</p> <ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidades • Monitoramento, avaliação e transparência
<p>O arranjo institucional do setor/tema</p> <ul style="list-style-type: none"> • Como estamos organizados? 	<p>Descrição dos riscos prioritários</p> <ul style="list-style-type: none"> • O que sabemos sobre os riscos? 		<p>Considerações finais</p> <p>Aprendizados, boas práticas, lacunas, barreiras e recomendações</p>
<p>Instrumentos existentes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Principais marcos legais, políticas, planos, programas e iniciativas existentes 			

Fonte: Elaboração própria.

O modelo indicou a necessidade de detalhar, para cada ação prevista, os locais prioritários, o público-alvo e os prazos de execução, além de outras informações essenciais para a implementação e o monitoramento dos Planos Setoriais e Temáticos. Ademais, durante todo o processo, foi reforçada a importância de aplicar as lentes da **justiça climática** e da **Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE)**, com vistas a orientar a priorização de comunidades mais vulnerabilizadas e a conservação e restauração dos ecossistemas como parte fundamental das estratégias de adaptação.

Ressalta-se o esforço empreendido para organizar e disponibilizar o conhecimento técnico-científico que fundamenta o plano, com base na melhor ciência disponível. Esse processo, coordenado pelo MCTI, contou com a colaboração de pesquisadores da Rede Clima e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que reuniram e analisaram uma ampla base de referências científicas, incluindo inúmeras referências bibliográficas e dados atualizados de plataformas como a AdaptaBrasil, de modo a assegurar a consistência técnica das informações utilizadas pelos diferentes ministérios.

A partir das reflexões de técnicos(as) e gestores(as) governamentais sobre as vulnerabilidades do país frente à mudança do clima e considerando a justiça climática como eixo norteador, foi proposto um conjunto de objetivos, princípios e ações estratégicas de adaptação que foram submetidos ao crivo do debate com a sociedade.

Ressalta-se o esforço empreendido para organizar e disponibilizar o conhecimento técnico-científico que fundamenta o plano, com base na melhor ciência disponível. Esse processo, coordenado pelo MCTI, contou com a colaboração de pesquisadores da Rede Clima e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que reuniram e analisaram uma ampla base de referências científicas, incluindo inúmeras referências bibliográficas e dados atualizados de plataformas como a AdaptaBrasil, de modo a assegurar a consistência técnica das informações utilizadas pelos diferentes ministérios.

A partir das reflexões de técnicos e gestores governamentais sobre as vulnerabilidades do país frente à mudança do clima e considerando a justiça climática como eixo norteador, foi proposto um conjunto de objetivos, princípios e ações estratégicas de adaptação que foram submetidos ao crivo do debate com a sociedade.

Um plano com a cara do Brasil

A construção do Plano Clima contou com ampla participação social (Figura 2), impulsionada pela Plataforma Brasil Participativo, que permitiu aos cidadãos e às cidadãs contribuírem diretamente com propostas à pergunta: “Como o Brasil pode enfrentar as mudanças climáticas e reduzir seus impactos?”. Essa etapa digital foi complementada por encontros presenciais realizados em oito cidades, com o objetivo de engajar a sociedade civil, esclarecer dúvidas e divulgar as fases de elaboração do Plano Clima Adaptação.

O período de envio de propostas ao Plano Clima Participativo ocorreu entre 5 de junho e 17 de setembro de 2024. Nesse intervalo, a plataforma registrou 298 mil acessos, 23.009 participantes, 1.296 propostas, mais de 47 mil votos e 2 mil comentários. Sete plenárias presenciais, organizadas por bioma — Sistema Costeiro-Marinho, Caatinga, Pantanal, Mata Atlântica, Cerrado, Amazônia e Pampa —, aconteceram nas cidades de Olinda (PE), Teresina (PI), Campo Grande (MS), São Paulo (SP), Imperatriz (MA), Santarém (PA) e Porto Alegre (RS), reunindo 4.161 participantes. As transmissões pelo YouTube somaram 2.582 visualizações.

Na elaboração do Plano Clima Adaptação, também foram promovidos diversos espaços de escuta aprofundada de segmentos-chave. Foram realizadas seis oficinas com governos subnacionais, sociedade civil e setor empresarial; três seminários regionais com foco em mulheres e justiça climática; cinco oficinas preparatórias nacionais com representantes do setor privado e da sociedade civil; seis oficinas intersetoriais e temáticas; e seis webinários de orientação para a construção dos Planos Setoriais e Temáticos. Ao todo, essas atividades mobilizaram 871 participantes, com a atuação de 25 ministérios federais.

Com base nessas contribuições, o Plano Clima Adaptação definiu metas ambiciosas, fundamentadas em uma governança ampla e participativa que envolve governos locais, setor privado e sociedade civil na construção de um país mais justo, democrático e sustentável.

Além disso, tanto a Estratégia Nacional de Adaptação quanto os Planos Setoriais e Temáticos passaram por consulta pública, reforçando o caráter participativo do processo. A ENA recebeu mais de 900 contribuições entre 23 de outubro e 13 de novembro de 2024, enquanto os 16 planos setoriais somaram 2.778 contribuições entre 10 de março e 9 de maio de 2025 — todas coletadas por meio da Plataforma Brasil Participativo.

Figura 2 – Etapas do processo participativo para a elaboração do Plano Clima Adaptação



Fonte: Elaboração própria.

3. Impactos, vulnerabilidades e adaptação

3.1. O ciclo iterativo da adaptação no contexto do risco climático

Os riscos climáticos (ou relacionados ao clima) resultam tanto de elementos do clima, tais como mudanças nos padrões de temperatura e precipitação, quanto socioeconômicos. Eles evoluem e interagem ao longo do tempo, sendo dinâmicos e complexos. Assim, a formulação e implementação de estratégias efetivas de adaptação à mudança do clima devem se orientar por um **processo contínuo, progressivo e iterativo** em várias etapas (Wise *et al.*, 2014; Simpson *et al.*, 2021; IPCC, 2022).

Para orientar o planejamento e a implementação da adaptação nos países, o Comitê de Adaptação¹ (UNFCCC, 2019) representou o “**ciclo iterativo da adaptação**” em quatro etapas (Figura 3), que estão presentes em diversos guias metodológicos de apoio ao planejamento da adaptação (Stafford-Smith *et al.*, 2022). O iterativo significa que o processo acontece em rodadas sucessivas, prevendo um melhoramento contínuo a partir da atualização das informações e avaliação do processo de adaptação.

Figura 3 – Etapas do ciclo iterativo da adaptação



Fonte: Adaptado de UNFCCC, 2019.

¹ O Comitê de Adaptação (AC, na sigla em inglês) foi estabelecido no âmbito do Marco de Cancún (2010) para promover a implementação de ações de adaptação de maneira coerente com a Convenção do Clima e com o Acordo de Paris.

O **Plano Clima Adaptação** tem seu desenvolvimento pautado nas etapas acima descritas. O ponto de partida recomendado por diversas referências (Stafford-Smith *et al.*, 2022) é criar previamente um “escopo” que defina objetivos, princípios e outros aspectos orientadores, os quais serão apresentados nos próximos capítulos. O Plano é um instrumento de planejamento de **longo prazo** com caráter **flexível**, ou seja, deve prever **revisões e aprimoramentos contínuos** para incorporar atualizações no entendimento dos contextos populacionais e territoriais, barreiras e oportunidades, além da avaliação dos resultados alcançados.

Além do Plano, o Brasil deve adotar políticas voltadas ao **desenvolvimento resiliente ao clima**. Para isso, os governos (federal, estaduais, distrital e municipais), a sociedade civil e o setor privado precisam fazer escolhas de desenvolvimento inclusivas, isto é, que priorizem a redução do risco, promovam a equidade e justiça e integrem os processos de tomada de decisão, financiamento e ações entre os níveis de governança, setores e horizontes de tempo.

Principais conceitos em risco climático e adaptação

Adaptação à mudança do clima é o processo de ajuste dos sistemas naturais e humanos ao clima presente e futuro, bem como seus efeitos. Inclui ações e medidas para moderar ou evitar danos potenciais ou explorar oportunidades benéficas (IPCC, 2022).

A adaptação à mudança do clima deve considerar os **riscos e as vulnerabilidades no presente e em cenários futuros**. Dados observacionais de clima, experiências com eventos climáticos passados e suas respectivas respostas aos resultados obtidos com as ações de enfrentamento e análises de vulnerabilidade, em especial sobre as capacidades adaptativas, são exemplos de elementos importantes para compreender os níveis de risco relacionados ao clima. De forma complementar, as projeções de risco climático, impactos e trajetórias socioeconômicas, entre outras possibilidades, permitem criar cenários futuros que auxiliam a avaliação do risco e o planejamento (UNFCCC, 2020; UK/CCRA, 2017; IPCC, 2022).

A primeira etapa do ciclo iterativo da adaptação prevê realizar a avaliação de riscos climáticos. O IPCC (2014, 2022) propõe a adoção de uma estrutura conceitual que integra informações tanto climáticas quanto socioeconômicas e biofísicas, devido à natureza multicausal dos riscos (Figura 4).

Figura 4 – A análise de risco considera a composição de informações de ameaça climática, exposição e vulnerabilidade



Fonte: IPCC, 2014; IPCC, 2022.

Risco climático é o potencial de ocorrência de consequências adversas (ou impactos) relacionadas ao clima para sistemas humanos ou ecológicos. Os riscos climáticos são resultados de interações dinâmicas entre as ameaças relacionadas ao clima e a exposição e vulnerabilidade dos sistemas humanos ou ecológicos afetados (IPCC, 2022).

Os **impactos correspondentes** são as consequências ou efeitos relacionados ao clima nos sistemas naturais e humanos. Os impactos podem ser diretos ou indiretos e, geralmente, se referem aos efeitos adversos (danos e prejuízos) sobre vidas, meios de subsistência, saúde e bem-estar, ecossistemas e espécies, ativos econômicos, aspectos sociais e culturais, serviços (incluindo serviços ecossistêmicos) e infraestrutura (IPCC, 2022).

Especialistas e gestores recomendam que as avaliações de risco considerem **fatores climáticos e não climáticos**, de forma que a adaptação seja planejada com base no seu efeito sobre a redução do risco como um todo e não apenas do risco adicional imposto pela mudança do clima. Tal perspectiva considera ainda que a adaptação e o desenvolvimento estão intrinsecamente relacionados e que a adaptação focada apenas nos riscos climáticos incrementais pode levar a resultados inferiores (O'Neill *et al.*, 2023; Jafino *et al.*, 2021; Reisinger *et al.*, 2020).

Como parte da composição da **vulnerabilidade**, a **sensibilidade** é o grau em que um sistema ou as espécies são afetados, advera ou beneficamente, pela mudança ou variabilidade do clima. Já a **capacidade adaptativa** é a habilidade de sistemas, instituições, pessoas e outros organismos de se ajustarem a um dano potencial, tirar proveito de oportunidades ou de responder às consequências (IPCC, 2022).

Em sistemas ecológicos, os seres vivos se adaptam ao ambiente por meio de processos evolutivos. Já em sistemas humanos, a adaptação pode ser **antecipatória ou reativa**, bem como **incremental e/ou transformacional**. A adaptação incremental se refere a pequenas melhorias, normalmente no curto prazo. A adaptação transformacional altera as propriedades essenciais de um sistema (social, ecológico, econômico etc.) em antecipação à mudança do clima e seus impactos, e se refere à necessidade de adaptações maiores e mais profundas, a longo prazo. Também pode se estender para além dos ciclos políticos a fim de se tornar parte da maneira como as comunidades operam (UNFCCC, 2019).

O planejamento da adaptação pode incluir uma ampla variedade de ações, com diferentes abordagens, como institucionais e políticas, físicas e tecnológicas, de conhecimento e comunicação, econômicas e financeiras, entre outras. A combinação de ações pode contribuir para a maior efetividade da adaptação (IPCC, 2014; BRASIL, 2021). Além disso, o sucesso da adaptação depende do envolvimento ativo e sustentado das partes interessadas, incluindo comunidades locais, organizações nacionais, regionais, multilaterais e internacionais, os setores público e privado, a sociedade civil e outros atores relevantes, bem como a gestão eficaz do conhecimento.²

Atualmente, a maior parte da adaptação implementada no mundo é fragmentada, de pequena escala, incremental, específica ao setor, concebida para responder a impactos atuais e riscos no curto prazo, e mais focada em planejamento do que em implementação (IPCC, 2022). Tais características, aliadas à complexidade do tratamento da mudança do clima em diferentes cenários de mitigação,



A adaptação possui um papel fundamental na redução da exposição e da vulnerabilidade à mudança do clima.

²Fonte: <https://unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/the-big-picture/introduction>.

contextos de atuação multifacetados e diferentes capacidades sociais, econômicas e institucionais de resposta às demandas provocadas pela crise climática, podem levar à má-adaptação.

Portanto, a **má-adaptação** se refere a ações que, de forma não intencional, podem levar ao aumento de riscos, vulnerabilidades, inequidades e redução de bem-estar no presente ou no futuro. Respostas inadequadas de adaptação podem piorar as desigualdades existentes, especialmente para povos indígenas e grupos marginalizados, bem como diminuir a resiliência de ecossistemas e da biodiversidade (IPCC, 2022). Questões de governança e fragilidade de processos também contribuem para a má-adaptação, por exemplo, a priorização de projetos que favorecem interesses políticos em detrimento de áreas com maior vulnerabilidade e projetos de baixa qualidade (PNUD, 2015).

Embora ela possa ocorrer durante o processo de elaboração e implementação de políticas de adaptação, a ciência aponta diversas ferramentas e boas práticas que podem contribuir para evitar e minimizar a má-adaptação, a exemplo do planejamento flexível, multisectorial, inclusivo e de longo prazo (IPCC, 2022). A transparência climática é outro mecanismo que traz uma série de benefícios, por providenciar informações coerentes para a tomada de decisão, aumentar a adesão política para a ação climática, fortalecer e manter a capacidade técnica para o desenvolvimento, a longo prazo, de políticas de monitoramento; fortalecer o acesso pelas comunidades e organizações, aumentar a conscientização pública, entre outros (UNFCCC, 2023).

A má-adaptação afeta especialmente os grupos marginalizados e vulneráveis de forma adversa (IPCC, 2022).

A adaptação está sujeita a limites, ou seja, quando ela não é capaz de assegurar os objetivos de pessoas ou grupos (ou necessidades de um sistema) frente a situações de mudança e não previne impactos ou riscos adicionais. Esses limites podem ser **rígidos ou flexíveis**. No limite rígido (hard), não há como evitar riscos intoleráveis, e no limite flexível (soft), opções de ação podem existir, mas estão indisponíveis, sendo necessário superar restrições (UNFCCC, 2022).

Uma vez ultrapassados os **limites da adaptação**, as sociedades e os ecossistemas ficam sujeitos a perdas e danos.

As perdas ocorrem quando não há possibilidade de recuperação, enquanto os danos são prejuízos que ainda podem ser recuperados, ainda que parcialmente. Essas perdas e danos podem ser econômicos e/ou não econômicos e se originar de eventos climáticos extremos, como inundações e ondas de calor, ou de mudanças graduais nos padrões climáticos, como o aumento do nível do mar ou mudanças nos padrões de secas e chuvas (IPCC, 2022).

As perdas e danos não econômicos incluem perdas de vidas, o deslocamento forçado, a perda de cultura, território e impactos em ecossistemas e na biodiversidade (UNFCCC, s.d.). Há, além disso, os danos à saúde, sobretudo das populações mais vulneráveis, o agravamento das desigualdades sociais, a perda irreversível de biodiversidade, o comprometimento da cultura e de modos de vida locais, a insegurança alimentar, entre outros impactos negativos (Brasil, 2021).

Uma estratégia efetiva de adaptação implica o planejamento e a implementação de ações, de curto, médio e longo prazo, adequadas aos diferentes contextos sociais, econômicos, ambientais e graus de vulnerabilidade e risco. Entre as possíveis maneiras de priorizar ações no curto prazo, podem-se considerar aquelas de **baixo ou sem arrependimento**, ou seja, que sejam custo-efetivas e representam benefícios considerando a variabilidade climática atual; medidas que exigem longo

tempo de implementação; e as que possuem vida útil mais longa, como decisões e medidas de infraestrutura que limitem ajustes futuros, também conhecidas como lock-ins (UK/CCRA, 2017).

Nesse sentido, a perspectiva de longo prazo deve estar incorporada, considerando como o clima e outros fatores podem mudar ao longo dos anos (UNFCCC, 2019). Como as opções de adaptação normalmente possuem longos tempos de implementação, o **planejamento de longo prazo e a implementação acelerada**, particularmente nesta próxima década, são importantes para endereçar as lacunas (IPCC, 2022).

Portanto, ressalta-se que a adaptação apresenta o potencial de reduzir os riscos e, consequentemente, os impactos ao longo do tempo, por meio da minimização da exposição de populações, comunidades, ativos e setores, e de redução de suas vulnerabilidades, embora não seja possível eliminá-los totalmente. Assim, torna-se imperativo o **aperfeiçoamento de processos de avaliação e comunicação de riscos**, bem como do planejamento e da implementação de medidas de adaptação no país. Por ser transversal às demais políticas públicas e agendas de desenvolvimento socioeconômico, a adaptação será mais efetiva ao ser combinada com abordagens complementares, em diferentes níveis de governança e ao considerar as sinergias e conflitos de escolha (*trade-offs*) entre elas.

A seguir, são apresentados os enfoques que nortearam a elaboração do Plano Clima Adaptação. Os temas abaixo são considerados essenciais para a redução de vulnerabilidades e para a adoção da abordagem sistêmica da adaptação nos diversos Planos Setoriais e Temáticos.

Justiça climática

O termo “justiça climática” ganhou expressividade nos fóruns internacionais desde a COP13, realizada em Bali, Indonésia, em 2007. A disparidade entre as responsabilidades na geração das causas da mudança do clima e os impactos por ela causados resulta em injustiças entre e intrapaíses. Não apenas territórios e grupos sociais vulnerabilizados são atingidos com mais força, como também têm menor capacidade de reação aos eventos climáticos severos. **Para fins do Plano Clima Adaptação, entende-se como justiça climática a abordagem centrada no ser humano para enfrentar a mudança do clima, salvaguardando os direitos das pessoas em situação de vulnerabilidade e partilhando os ônus e benefícios da mudança do clima e dos seus impactos de forma equitativa e justa** (IPCC, 2022; MRFCJ, 2011).

A justiça climática aborda a crise climática não apenas como uma questão ambiental, mas também como uma questão de direitos humanos e de justiça social, ao considerar que a mudança do clima afeta desproporcionalmente as populações vulnerabilizadas, que muitas vezes são aquelas que menos contribuem para o problema. Ademais, defende que as políticas climáticas devem considerar e corrigir essas desigualdades por meio de uma **abordagem transformacional**, garantindo que as pessoas mais afetadas tenham voz nos processos de tomada de decisão e que as ações para mitigar e adaptar-se à mudança do clima sejam justas e equitativas.

Dessa maneira, a pauta climática deve ser interseccional, ou seja, considerar que cada pessoa apresenta diferentes características de raça, etnia, classe social, idade, orientação sexual, religião, origem geográfica, dentre muitas outras, que refletem desigualdades sociais e estruturas de poder. Quanto mais essas características se cruzam, maior pode se tornar a vulnerabilização. A mudança do clima pode ser vista como mais um eixo de exclusão à luz

da interseccionalidade, já que impacta de maneira desproporcional grupos e populações específicos, especialmente as mulheres negras e indígenas (Louback, 2022).

No Brasil, a crise climática é um nítido fator de pressão para populações marginalizadas, historicamente vulnerabilizadas e com menos acesso a oportunidades e a infraestrutura, como a de saneamento básico. Por exemplo, a desigualdade de gênero é acentuada devido à desigualdade social e econômica, agravada pela mudança do clima (Pasquali, 2023). Podem ser incluídas nesse contexto as populações de favelas e comunidades periféricas, população negra, a comunidade LGBTQIA+, povos indígenas, agricultoras familiares, marisqueiras, caiçaras, ribeirinhas, quebradoras de coco babaçu, povos de terreiros, ciganos, como representantes de outros povos e comunidades tradicionais (PCTs), refugiados, migrantes e outras pessoas deslocadas, além de crianças e adolescentes, pessoas idosas e pessoas com deficiência (PCDs), entre outros.

A justiça climática abrange quatro dimensões essenciais: procedural, distributiva, restaurativa e intergeracional. A dimensão procedural foca-se na garantia de procedimentos justos e equitativos, assegurando acessibilidade e abordagens inclusivas, além da promoção da transparência em todas as etapas (Araújo, 2023; Kerber, 2010). A dimensão distributiva questiona quais bens e ônus estão sendo distribuídos, para quem e qual a melhor forma de distribuição, priorizando o financiamento adequado para as áreas mais necessitadas (Torres *et al.*, 2021; Kerber, 2010).

A **dimensão restaurativa** enfatiza a reparação e o reconhecimento dos direitos de povos originários, quilombolas, além outros povos e comunidades tradicionais, mulheres periféricas, tanto urbanas quanto rurais, que historicamente sofrem com as desigualdades climáticas (Kerber, 2010). Por fim, a **dimensão intergeracional** busca um desenvolvimento sustentável que não comprometa as gerações futuras, considerando especialmente os impactos sociais nas meninas de comunidades vulnerabilizadas, garantindo que suas necessidades e direitos sejam atendidos (Vianna, 2022).

Mulheres

O Plano de Trabalho de Gênero da UNFCCC sublinha a importância de incorporar a perspectiva de gênero em todas as políticas climáticas. Estudos indicam que mulheres são mais vulneráveis aos impactos da mudança do clima devido a desigualdades estruturais, como acesso desigual a recursos e menor participação em processos decisórios (IPCC, 2022). Portanto, é essencial que o planejamento da adaptação contele essas desigualdades e inclua estratégias para superá-las.

Mulheres e meninas desempenham um papel central nas comunidades mais afetadas pela crise climática, sendo frequentemente responsáveis pela resiliência e reconstrução de seus lares e comunidades após desastres. Elas se posicionam como agentes essenciais na implementação de práticas sustentáveis. Ao serem incluídas de forma ativa e significativa nas soluções climáticas, mulheres e meninas trazem perspectivas inovadoras e práticas adaptativas fundamentais para a construção de um futuro mais resiliente e equilibrado.

A transversalidade de gênero não é apenas uma questão de justiça, mas também de eficácia das políticas públicas. Incorporar a perspectiva de gênero em todas as fases do planejamento

e implementação das políticas climáticas garante que as ações sejam inclusivas, equitativas e mais bem-sucedidas no combate aos impactos da mudança do clima.

O Ministério das Mulheres aponta a importância de que o Plano Clima Adaptação seja uma ferramenta poderosa não só para promover a igualdade de gênero, mas também para alcançar a justiça climática no Brasil, aproveitando plenamente o potencial das mulheres e meninas como líderes e solucionadoras no enfrentamento à crise climática. Assim, ao promover o empoderamento de mulheres e meninas, o Plano Clima Adaptação pode não somente melhorar a equidade de gênero, mas também aumentar a própria eficácia no alcance de seus objetivos.

Racismo ambiental

O racismo ambiental se manifesta por meio da desproporcionalidade dos impactos ambientais e climáticos sobre a população negra, povos e comunidades tradicionais e povos indígenas, considerando ainda as interseccionalidades de gênero e território. Essas comunidades enfrentam consequências severas e multifacetadas, resultantes não apenas das condições climáticas extremas, mas também de um contexto social e econômico que amplifica sua vulnerabilidade. O racismo ambiental não se configura apenas por meio de ações que tenham uma intenção racista, mas também por meio de ações que tenham impacto “racial”, independente da intenção que lhes tenha dado origem (Pacheco, 2007).

Os impactos da mudança climática e dos eventos climáticos extremos, atrelados a fatores históricos, sociais, econômicos e políticos, amplificam e aprofundam a vulnerabilização da população negra, povos e comunidades tradicionais e povos indígenas. Alguns desses impactos incluem o acesso limitado a recursos e serviços básicos, a perda de território e de meios de autossustento, discriminação racial e a deterioração da saúde.

Estudos mostram, por exemplo, que a mortalidade relacionada ao calor em grandes cidades é significativamente mais alta entre a população negra, evidenciando um padrão de desigualdade racial (Monteiro dos Santos *et al.*, 2024). Essa distribuição desigual dos impactos da mudança do clima reproduz a distribuição desigual do ônus e do bônus do desenvolvimento do país, o que salienta a injustiça ambiental (Bullard *et al.*, 2016). Nesse contexto, as comunidades pretas e pardas enfrentam as consequências mais severas, apesar de sua mínima contribuição histórica para os problemas climáticos atuais (Rede Adaptação Climática Antirracista, 2023; Dias, 2023; Pereira e Amparo, 2023; Moraes-Filho *et al.*, 2024).

Para combater o racismo ambiental e promover a justiça climática, é necessário implementar políticas que busquem diminuir as assimetrias do processo histórico de desenvolvimento do Brasil. É crucial implementar políticas que reconheçam as especificidades e interseccionalidades dos grupos sociais historicamente vulnerabilizados, tanto em áreas urbanas como em áreas naturais e rurais, considerando, por exemplo, aspectos como a liderança de mulheres negras e da periferia. Isso implica um diálogo integrado e contínuo entre diversos setores, de forma a assegurar a inclusão de saberes tradicionais e locais e a participação social nos processos de elaboração, deliberação e monitoramento de políticas públicas, garantindo assim uma abordagem antirracista e interligada a outros direitos humanos fundamentais (Rede Adaptação Climática Antirracista, 2023).

Mobilidade humana

Nas últimas décadas, o acúmulo de evidências empíricas tem revelado que a mudança do clima impacta a mobilidade humana e interage com as desigualdades sociais já existentes, exacerbando os fatores de deslocamento, tanto dentro quanto além das fronteiras nacionais. Nos últimos 10 anos, desastres relacionados ao clima causaram 220 milhões de deslocamentos internos em todo planeta — o que equivale a aproximadamente 60 mil deslocamentos por dia (IDMC, 2024). Em meados de 2024, cerca de 90 milhões dos atuais 123 milhões de pessoas deslocadas à força estão vivendo em países com exposição de alta a extrema aos perigos relacionados ao clima (Craparo, et al., no prelo). Isso representa um aumento de cerca de 5 milhões de pessoas deslocadas à força vivendo em áreas altamente vulneráveis desde o final de 2023 (ACNUR, 2024).

À medida que os perigos relacionados ao clima aumentem nas próximas décadas, os riscos para as pessoas deslocadas e para as regiões de acolhimento crescerão significativamente (Craparo et al., no prelo) (ACNUR, 2024). Os seus efeitos continuarão a ter impacto nos deslocamentos internos e transfronteiriços, com potencial de gerarem conflitos, aprofundarem a pobreza e outras vulnerabilidades sociais. O 6º Relatório de Avaliação do IPCC identifica algumas regiões das Américas particularmente sensíveis à **migração climática**, incluindo as áreas de seca da Amazônia e do Nordeste do Brasil (IPCC, 2022, p. 1751).

Nas últimas décadas, segundo dados da Defesa Civil, agregados no Atlas Digital de Desastres (Brasil, 2025), houve crescimento no registro de pessoas que tiveram que deixar suas casas (desalojadas e desabrigadas) no contexto de desastres no Brasil. Eventos extremos, como secas e enchentes, podem aumentar os fatores que levam as pessoas à pobreza e afetam, além do direito à cidade e do acesso à moradia, os meios de subsistência, a segurança alimentar e hídrica, a saúde humana e o bem-estar das populações, contribuindo para os **deslocamentos forçados**. A migração interna e a densificação dos assentamentos urbanos em situação de pobreza pressionam as áreas de preservação ambiental e as cidades, o que pode levar à sobrecarga de infraestruturas e serviços públicos urbanos e ao aumento do risco de desastres (Brasil, 2020, p. 271).

Outro aspecto relevante para todos os cenários climáticos, apontado pelo 6º Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC, da sigla em inglês) (2022, p. 1086-1117), refere-se à necessidade de ampliar os esforços na **realoção planejada** de pessoas em todo o mundo, nos próximos anos. Países como o Brasil, que tem uma zona costeira densamente povoada, inclusive por povos e comunidades tradicionais cujas atividades dependem do mar, podem ser especialmente impactados, inviabilizando, em casos extremos, a permanência dessas populações em territórios tradicionalmente ocupados.

A realoção planejada deve ser realizada como última medida de adaptação, garantindo o esgotamento de medidas de mitigação e adaptação aos riscos em território que permitam às populações permanecerem neles. A fim de garantir os direitos fundamentais das populações realocadas, nos casos em que comprovadamente a realoção seja necessária, deve-se garantir às pessoas afetadas a participação e a tomada de decisão ao longo do processo de avaliação de riscos e de realoção planejada.

Quando envolve povos e comunidades tradicionais, o deslocamento não pode ser tratado como uma ação técnica de planejamento, pois implica perdas de identidade e cultura, ameaçando os modos de vida dessas populações. Assim, a realoção deve respeitar o direito

à autodeterminação dos povos, garantindo o bem-estar, a dignidade humana e a manutenção de seus vínculos culturais e sociais. Esse processo exige uma abordagem inclusiva e sensível, que valorize o protagonismo das comunidades afetadas e promova soluções que viabilizem a proteção ambiental e a justiça social.

Portanto, sob a perspectiva da mobilidade humana, as medidas de adaptação deverão incluir a adoção antecipada de mecanismos que busquem, sempre que possível, prevenir novos deslocamentos forçados; o estabelecimento de orientações específicas sobre como devem ser realizados os processos de realocação de pessoas deslocadas ou em risco de deslocamento por razões associadas aos efeitos da mudança do clima e a desastres; bem como as soluções duradouras a serem construídas.

Tais medidas devem considerar, ainda, a promoção da participação ativa das pessoas deslocadas ou em risco de deslocamento, e das comunidades afetadas, na identificação de riscos, das necessidades de adaptação e na implementação das medidas identificadas; além da criação de normativas, planos e programas que reconheçam expressamente que os efeitos adversos da mudança do clima são causadores de deslocamento humano.

Os padrões futuros da migração climática dependerão não somente dos impactos climáticos, mas também do desenvolvimento de políticas públicas e de planejamento focados no enfrentamento desses impactos e na redução de vulnerabilidades já existentes (IPCC, 2022). Dessa forma, o Plano Clima reconhece a mobilidade humana como parte da agenda de adaptação à mudança do clima, com o entendimento de que, quando ela ocorre com segurança e dignidade, pode contribuir para a redução ou prevenção dos estresses causados por eventos extremos ou mudanças graduais em regiões vulneráveis.

Soluções baseadas na Natureza e Adaptação baseada em Ecossistemas

As **Soluções baseadas na Natureza (SbN)** são soluções inspiradas e apoiadas pela natureza que proporcionam, ao mesmo tempo, benefícios ambientais, sociais e econômicos (IUCN, 2016). Consistem em ações para proteger, gerenciar de forma sustentável e restaurar ecossistemas naturais ou modificados, que auxiliam a enfrentar os desafios da sociedade de maneira efetiva e adaptativa. As infraestruturas verdes, a proteção de mananciais e as wetlands ou áreas úmidas (p. ex., jardins filtrantes e brejos artificiais) são algumas formas de SbN.

A **Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE)** é uma estratégia integrante das SbN que utiliza a gestão de ecossistemas para aumentar a resiliência e reduzir a exposição e a vulnerabilidade de pessoas, atividades e ecossistemas à mudança do clima. Abordagens de AbE, como ecologia urbana, restauração de áreas úmidas e ecossistemas florestais a montante, reduzem uma série de riscos da mudança do clima, como enchentes, calor urbano, e proporcionam múltiplos cobenefícios (IPCC, 2022). Essa abordagem reconhece, entre outros fatores, que a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos têm o poder de amortecer os distúrbios provocados pela mudança do clima, conferindo maior capacidade de absorção das alterações (Seixas, 2023). Portanto, são elementos que têm o potencial de favorecer o sucesso das ações de diversas áreas temáticas abrangidas no Plano Clima, já que dela dependem ou dela se beneficiam, direta ou indiretamente.

Nesse sentido, o Plano Clima Adaptação adota a AbE como diretriz para definição e implementação das ações de adaptação, como será apresentado no capítulo 5.

Desenvolvimento sustentável

O desenvolvimento sustentável integra, de forma equilibrada, o tripé sociedade, economia e meio ambiente. Adotados em 2015, os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) buscam enfrentar os principais desafios globais, entre eles o da mudança do clima (ODS 13). Em um contexto de intensificação da mudança do clima, o desenvolvimento será efetivamente alcançado se for resiliente ao clima, ou seja, com a capacidade de integrar ações climáticas aos pilares do desenvolvimento sustentável.

O Plano Clima orienta que o desenvolvimento sustentável é condição fundamental para a adaptação do Brasil à mudança do clima. O IPCC reforça que estratégias de adaptação são mais eficazes quando implementadas dentro de um contexto de desenvolvimento sustentável, pois respondem às causas subjacentes da vulnerabilidade, como pobreza, desigualdades e degradação ambiental. Se a adaptação visa ao aumento das capacidades adaptativas, ao fortalecimento da resiliência e à redução de vulnerabilidades à mudança do clima, o desenvolvimento sustentável consiste no modelo necessário para equilibrar crescimento econômico, proteção ambiental e bem-estar social para esta e as próximas gerações.

A relação entre desenvolvimento sustentável e adaptação fica ainda mais evidente por meio das metas estabelecidas no âmbito do Objetivo Global de Adaptação, que têm relação direta com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. São elas: (1) água (água potável e saneamento – ODS 6); (2) alimentos e agricultura (fome zero e agricultura sustentável – ODS 2, e consumo e produção responsáveis – ODS 12); (3) saúde (saúde e bem-estar – ODS 3); (4) ecossistemas e biodiversidade (vida na água – ODS 14, e vida terrestre – ODS 15); (5) infraestrutura e assentamentos humanos (indústria, inovação e infraestrutura – ODS 9, e cidades e comunidades sustentáveis – ODS 11); (6) pobreza e meios de subsistência (erradicação da pobreza – ODS 1, e trabalho decente e crescimento econômico – ODS 8).

Ao promover uma abordagem equilibrada, o desenvolvimento sustentável contribui para a redução da vulnerabilidade de comunidades, ecossistemas e economias, tornando-os mais preparados para enfrentar eventos climáticos extremos e as mudanças de longo prazo. Nesse sentido, o desenvolvimento sustentável é um importante instrumento de adaptação, pois à medida que aumenta a capacidade de resposta a choques climáticos, fortalece instituições e infraestruturas, promove justiça social e estimula o uso racional dos recursos naturais.

Inserir o desenvolvimento sustentável como uma das diretrizes do Plano Clima Adaptação é, portanto, uma medida de justiça intergeracional e de justiça climática, garantindo que as políticas de adaptação considerem as necessidades sociais, econômicas e ambientais de forma harmônica, e respeitando tanto as limitações ao desenvolvimento impostas pela mudança do clima quanto as demandas das gerações futuras.

3.2. Mudança do clima no Brasil

3.2.1. Características do clima no território brasileiro e fenômenos climáticos

A grande extensão territorial do Brasil, com área total superior a 8,5 milhões de quilômetros quadrados, apresenta alta diversidade climática. O país tem climas equatorial (Norte), tropical (cerca de 81,4% do território), semiárido (Nordeste, em 4,9% do território), tropical de altitude (Sudeste) e subtropical (13,7% do território) (IBGE, 2017). Embora a chuva média anual no Brasil seja estimada em 1.760 milímetros (mm), as diferenças climáticas regionais são muito marcantes. Enquanto na região semiárida do Nordeste pode-se observar menos de 500 mm de chuva, na região Amazônica, de clima chuvoso, chega-se a mais de 3.000 mm.

Durante a estação chuvosa na Amazônia, a grande quantidade de nuvens está associada a correntes de ar ascendente que descem, em grande parte, sobre o Nordeste, inibindo a formação local de nuvens nessa região. Na região central do Brasil e na região Sudeste, há uma estação seca e outra chuvosa bem definidas. A estação chuvosa tem um regime tipo monção, com períodos chuvosos em que predomina a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), e períodos secos em que o regime de chuvas é mais localizado. Na região Sul, o regime de chuvas é dominado por frentes frias o ano inteiro, por ciclones que se formam localmente e ciclones extratropicais que por ali passam, além de Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCMs). Em todas as regiões do país, ocorrem intensificações e desintensificações dos sistemas de tempo provocados pela topografia (Cavalcanti *et al.*, 2016).

Interações atmosféricas e oceânicas: El Niño e La Niña

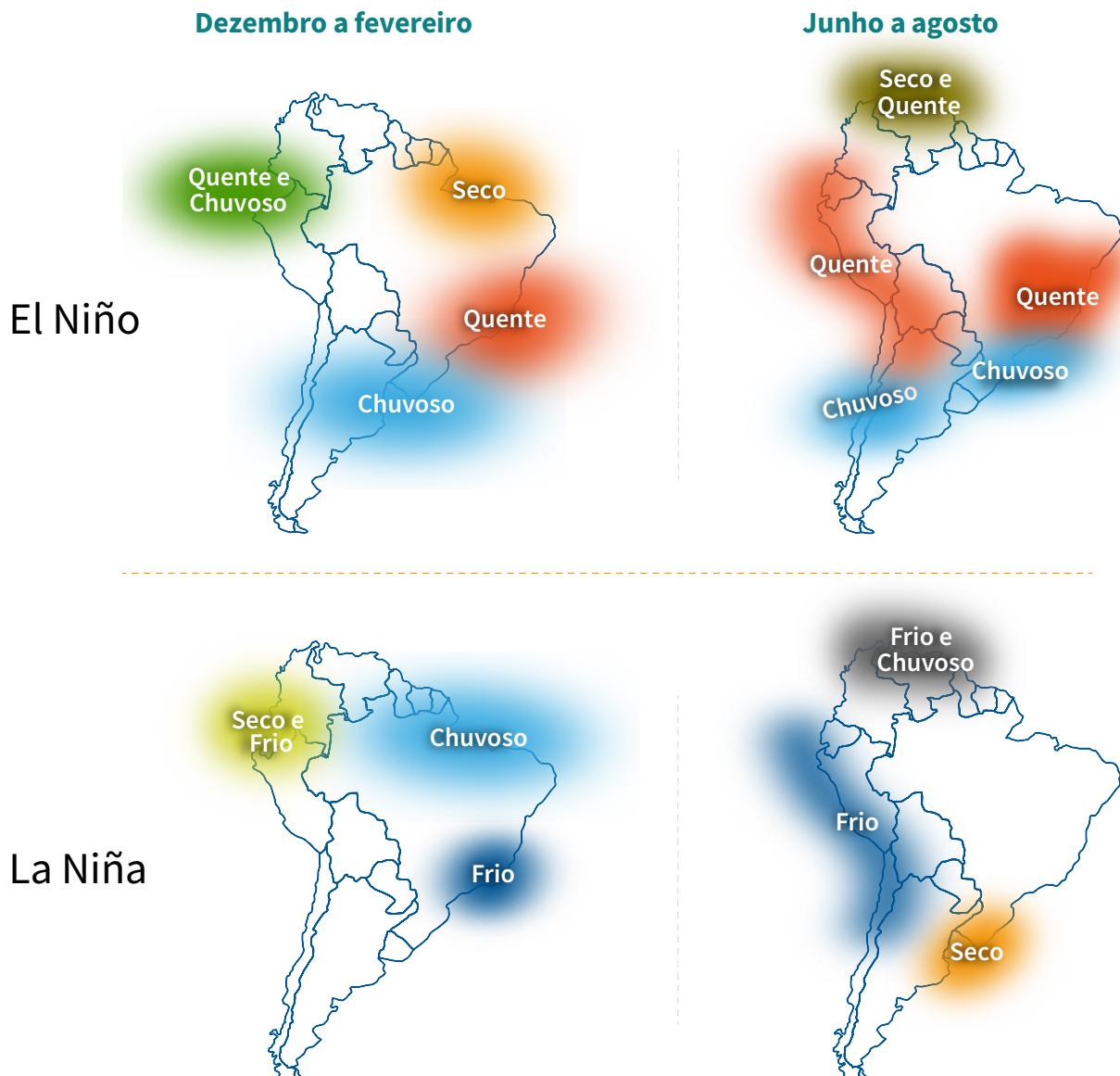
O tempo e o clima são altamente dependentes do oceano e vice-versa. Perturbações vindas do Oceano Atlântico Tropical, associadas a perturbações da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) ou na forma de ondas de leste, por exemplo, alteram as condições de tempo nas regiões Norte e Nordeste (Cavalcanti *et al.*, 2016).

Um dos fenômenos atmosférico-oceânicos que afetam significativamente o Brasil é o conhecido como El Niño Oscilação Sul (ENOS), que ocorre no Oceano Pacífico Equatorial, especialmente na região central e no centro-leste, incluindo a região costeira do Equador e do Peru. O ciclo natural inclui estados de aquecimento (El Niño), condições neutras e de resfriamento (La Niña) desse oceano, provocando impactos globais nos padrões de circulação atmosférica, transporte de umidade, temperatura e precipitação. Um episódio de La Niña ou El Niño pode durar meses ou até mesmo anos, o que potencializa seus efeitos.

No Brasil, o El Niño traz condições climáticas específicas para cada região (Figura 5). Nas regiões Norte e Nordeste, ocorre o aumento da seca, tornando maiores os riscos de incêndios florestais e crises hídricas. Enquanto no Sul, ocorrem chuvas persistentes na primavera e chuvas intensas no outono, com o aumento da temperatura média. No Sudeste, as temperaturas tendem a ficar acima da média durante o El Niño. No sul do Mato Grosso do Sul, também há evidências de chuva e temperatura acima da média.

Durante o La Niña, esses padrões se invertem. O Norte e Nordeste têm o aumento nas chuvas e vazões, enquanto o Sul enfrenta chuvas escassas (Grimm; Tedeschi, 2009). Entretanto, em cada evento de La Niña ou El Niño, os padrões de distribuição de chuvas podem ser diferentes, o que ocorre devido à combinação com as condições atmosféricas e oceânicas do período, como, por exemplo, as condições de temperatura do Oceano Atlântico.

Figura 5 – Impactos do El Niño e La Niña no Brasil durante o verão (dezembro, janeiro e fevereiro) e inverno (junho, julho e agosto)



Fonte: CPTEC/INPE, 2024.

Avanços significativos têm sido obtidos na previsão do ENOS, com modelos climáticos cada vez mais sofisticados e capazes de prever a sua ocorrência com meses de antecedência. Essa capacidade de previsão do ENOS é crucial para orientar a preparação para os seus impactos (Kushnire *et al.*, 2019) no território nacional, por exemplo, as secas na Amazônia e as inundações devastadoras no sul do Brasil, observadas em 2023 e 2024, período de ocorrência do El Niño. Vale destacar que, durante a última década, a ocorrência de El Niño ou La Niña foi registrada em todos os anos. As projeções do IPCC indicam que, ao longo do século 21, haverá maior frequência de ondas de calor marinhas e eventos extremos de El Niño e La Niña (IPCC, 2018).

3.2.2. Mudança do clima observada

Para analisar a mudança do clima observada no território brasileiro, foram utilizados dados de 1.252 estações meteorológicas e 11.473 pluviômetros no período de 1961 a 2020, com base no conjunto de dados de Xavier *et al.* (2022). O período de 1961 a 1990 foi tomado como referência para comparação. As diferenças entre as médias em cada período permitiram identificar a distribuição e magnitude das mudanças observadas no país. A tendência de aquecimento da temperatura superficial do mar na borda oeste do Atlântico Sul, também analisada, foi medida em graus Celsius por ano ($^{\circ}\text{C/ANO}$) para o período de 1993 até 2022.

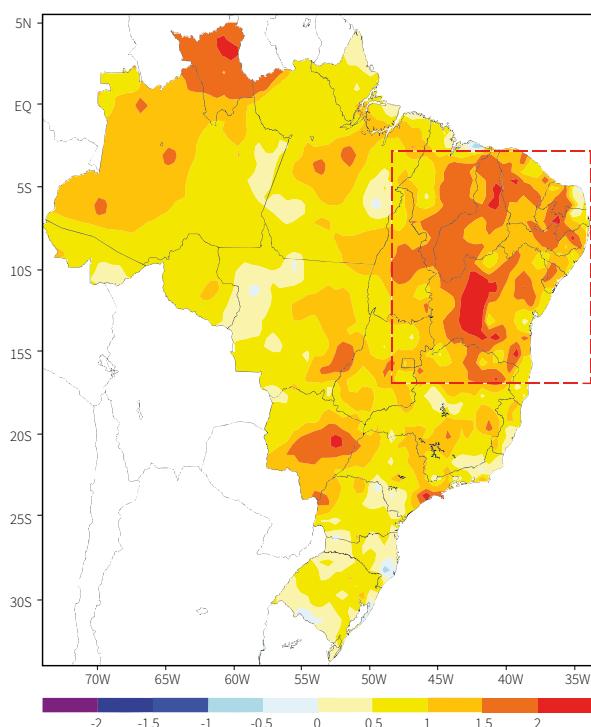
Houve aumento da temperatura máxima e da duração de ondas de calor, além da maior duração de secas, em boa parte do país. Chuvas extremas prolongadas também aumentaram, especialmente no Sul, onde ainda ocorreu o aumento das precipitações médias anuais. Já o Nordeste, parte do Sudeste, Centro-Oeste e Norte registraram diminuição da precipitação.

Para a tendência de aquecimento da temperatura superficial do mar na borda oeste do Atlântico Sul, observa-se que praticamente toda a área amostrada apresentou aumento na temperatura da superfície do mar no período, com uma tendência mais acentuada de aquecimento nas latitudes entre 25°S e 40°S (Figura 12). Os mapas e gráficos a seguir ilustram os resultados e as principais conclusões para as variáveis analisadas (Figuras 6 a 10).

A mudança do clima já está acontecendo e se intensificando nas últimas décadas.

Figura 6 – Anomalia de temperatura máxima média observada para 2011-2020, usando o período de 1961-1990 como referência, com área de interesse selecionada no mapa e série temporal dos valores médios anuais de temperatura máxima (gráfico à direita), incluindo as linhas das médias por período

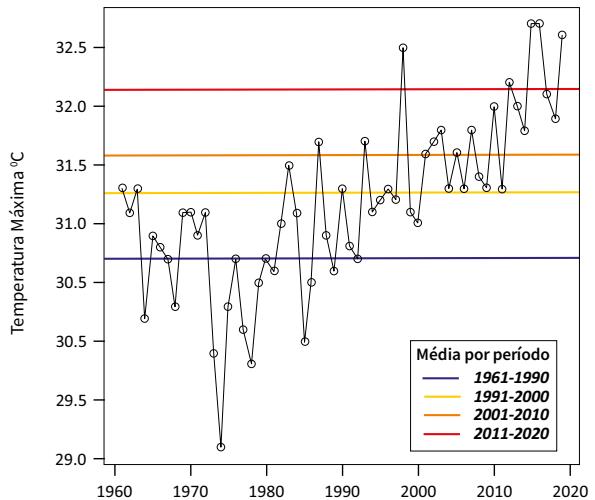
Anomalia temperatura máxima 2011 – 2020



Temperatura máxima média

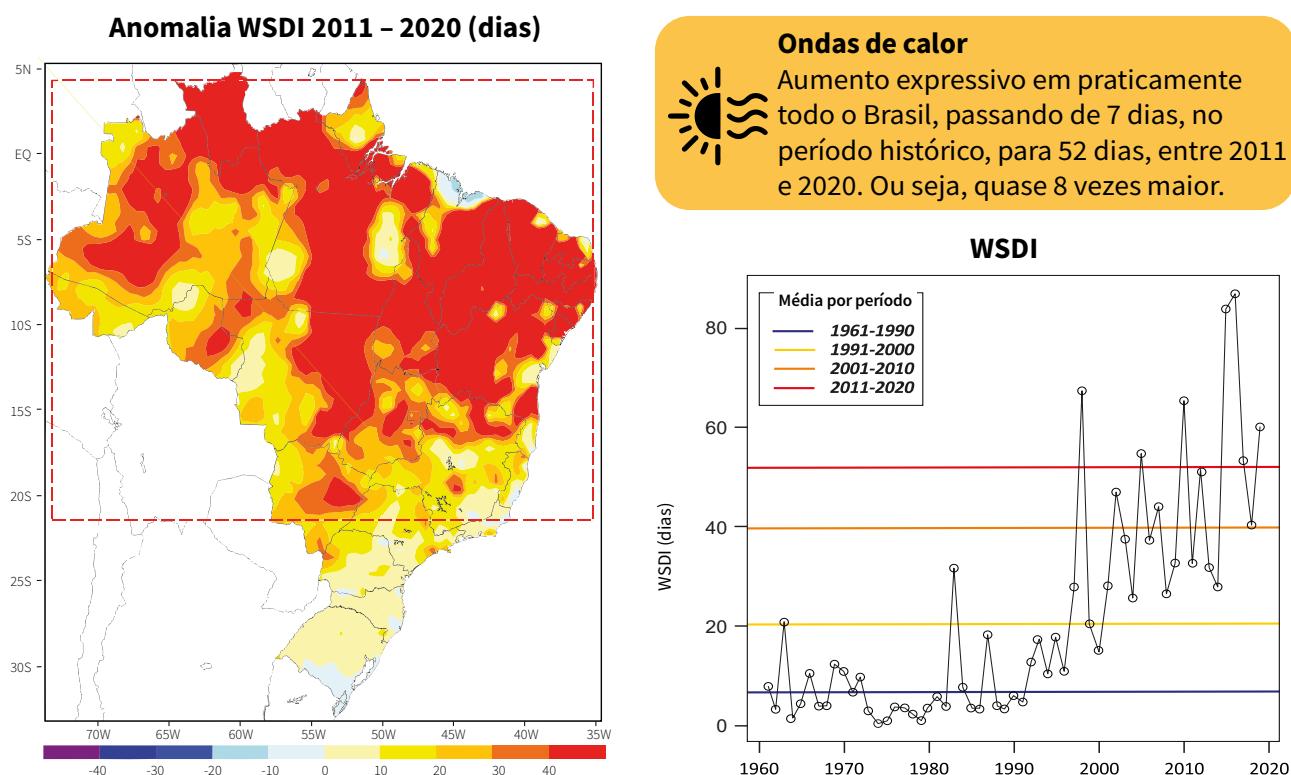
Aumento em todo o país, chegando a 3 °C em alguns locais, especialmente no Nordeste e nos estados de Roraima e Mato Grosso do Sul.

Temperatura máxima – média anual



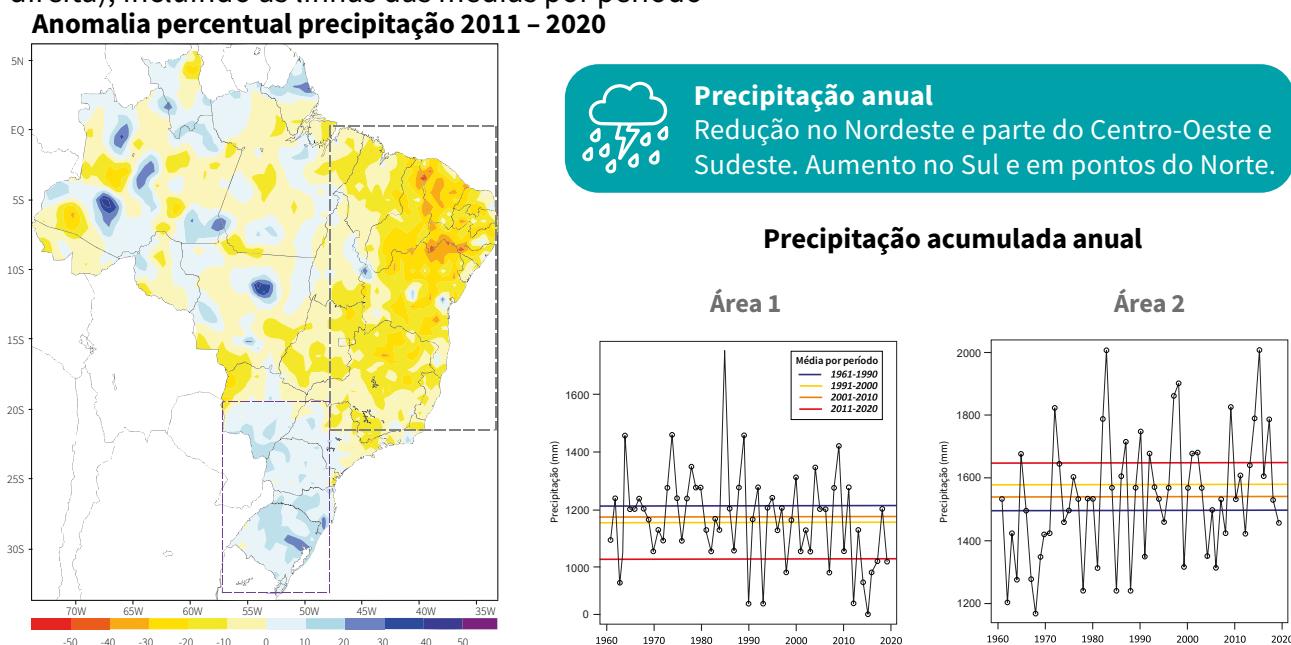
Fonte: INPE, 2023.

Figura 7 – Anomalia de ondas de calor (WSDI³) observada para 2011-2020, usando o período de 1961-1990 como referência, com área de interesse selecionada no mapa e sua série temporal dos valores de WSDI anual (à direita), incluindo as linhas das médias por período



Fonte: INPE, 2023.

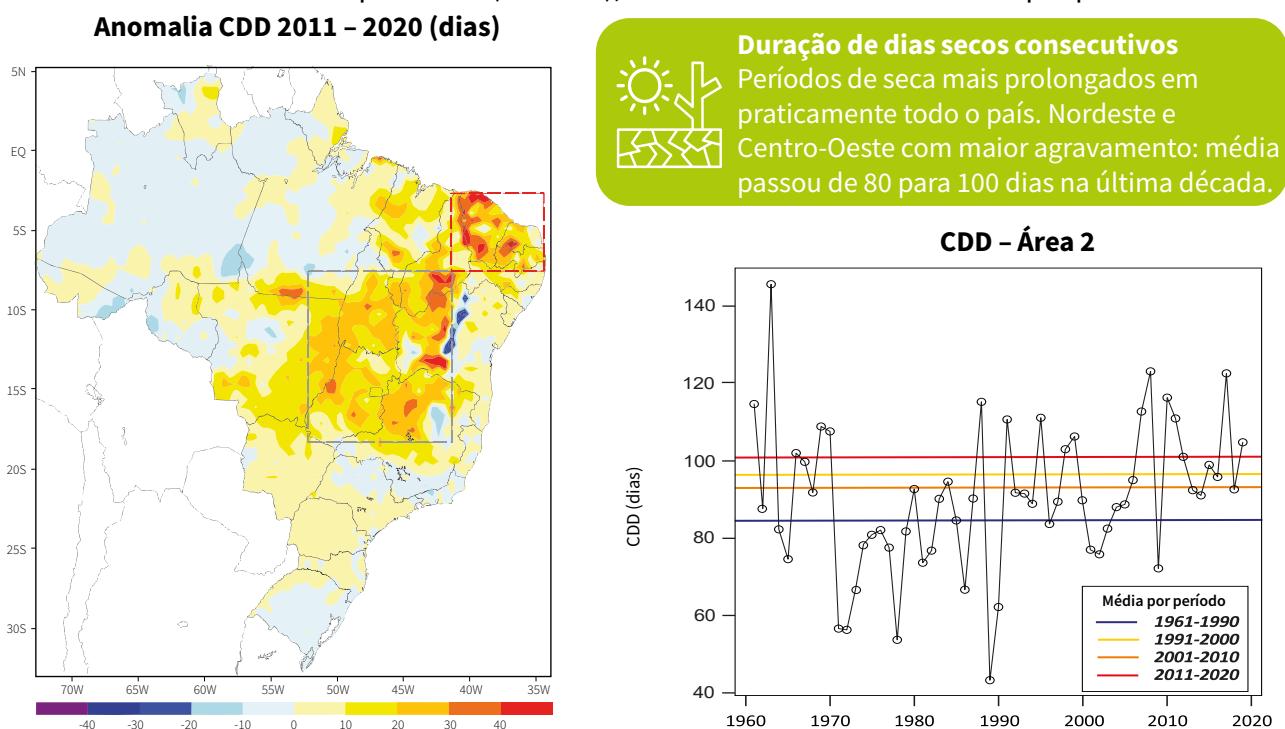
Figura 8 – Anomalia percentual de precipitação observada para 2011-2020, usando o período de 1961-1990 como referência, com as áreas de interesse selecionadas no mapa em cinza (área 1) e roxo (área 2), e suas correspondentes séries dos valores médios de precipitação anual (à direita), incluindo as linhas das médias por período



Fonte: INPE, 2023.

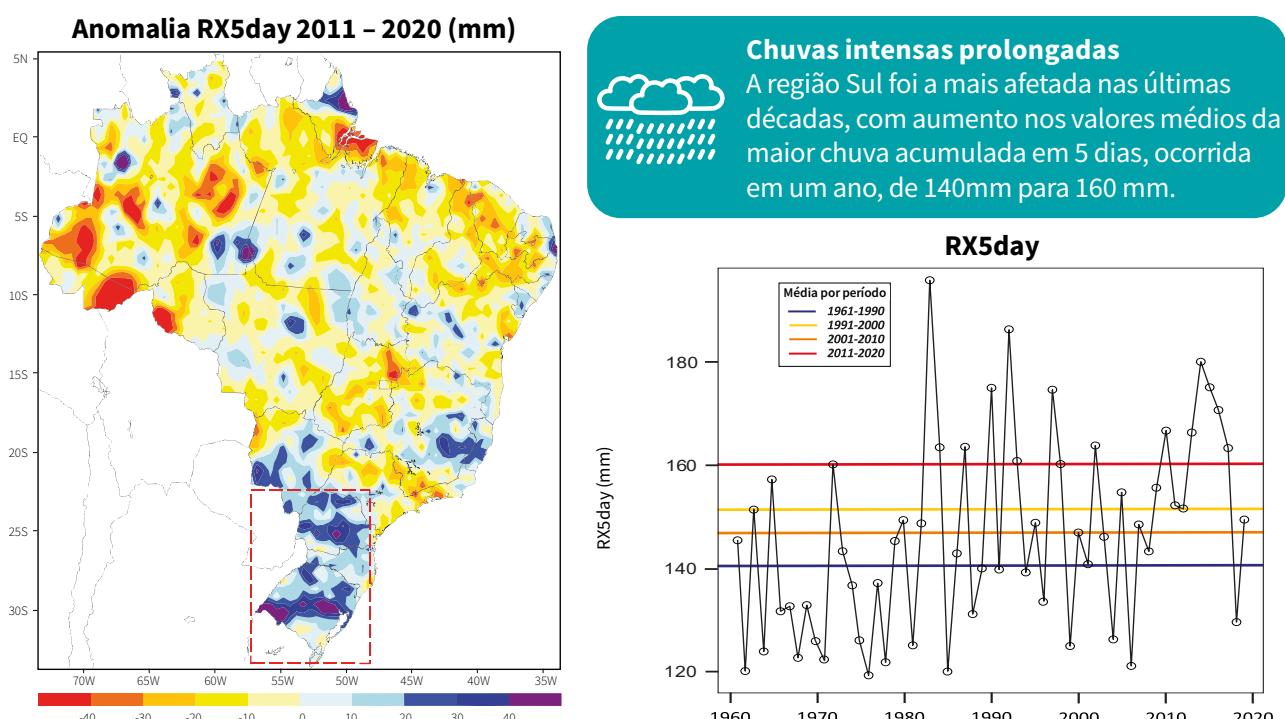
³ O WSDI é obtido computando ondas de calor com, no mínimo, seis dias consecutivos em que a temperatura máxima foi superior ao percentil 90 da temperatura máxima (centrada em uma janela móvel de cinco dias) do período de referência (1961-1990).

Figura 9 – Anomalia de dias secos consecutivos (CDD⁴) observada para 2011-2020, usando o período de 1961-1990 como referência, com área de interesse selecionada no mapa e a série temporal dos valores de CDD anual correspondente (à direita), incluindo as linhas das médias por período



Fonte: INPE, 2023.

Figura 10 – Anomalia na precipitação máxima anual em cinco dias (RX5day) observada para 2011-2020, usando o período de 1961-1990 como referência, com a área de interesse selecionada no mapa e sua série temporal de valores de RX5day anual (à direita), incluindo as linhas das médias por período



Fonte: INPE, 2023.

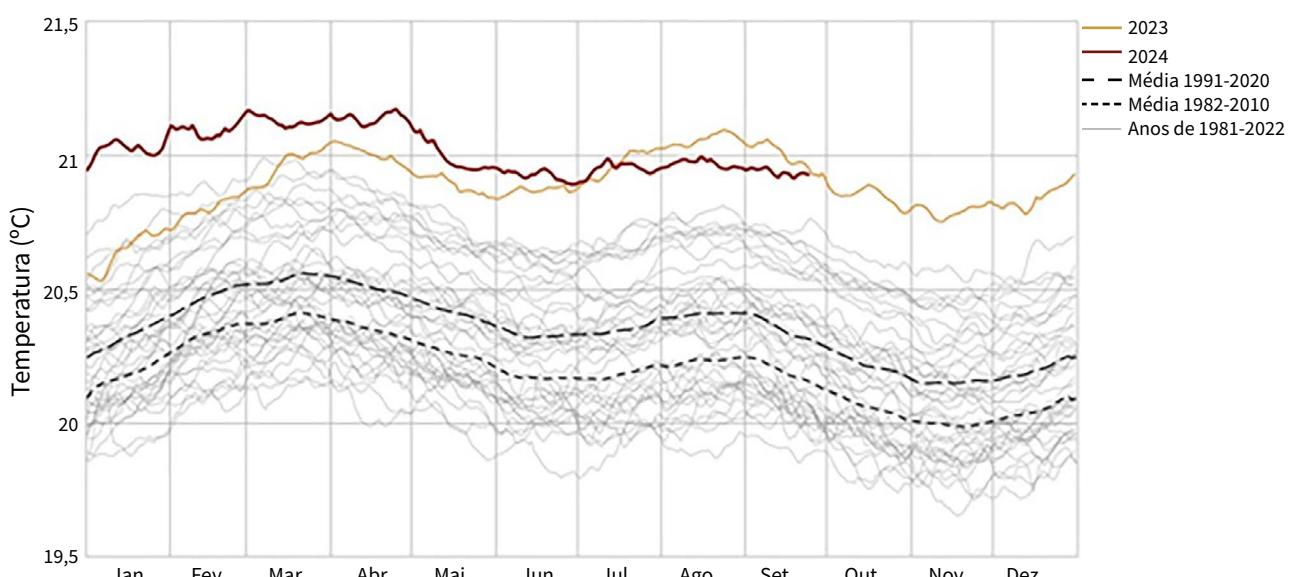
⁴ Índice de Dias Secos Consecutivos (Consecutive Dry Days - CDD, da sigla em inglês) marca o número máximo de dias secos consecutivos com precipitação diária menor que 1 milímetro.

Em relação ao oceano, a temperatura vem aumentando ao longo do tempo em âmbito mundial (Figura 11). Em 2023 (linha laranja) e 2024 (linha vermelha), foram quebrados todos os recordes de temperatura para todos os dias dos últimos 34 anos. Além disso, nesse intervalo, também foram registradas as maiores diferenças de temperatura entre um dia do ano e os períodos passados. Ou seja, em 2023 e 2024 foram observadas as maiores temperaturas médias do oceano e os aumentos de temperatura mais abruptos já registrados em toda a série histórica (e o processo continua em curso, com novos recordes sendo quebrados).

Parte desse aumento de temperatura pode ser explicado pela mudança do clima e pelo fenômeno El Niño, mas pesquisas ainda estão sendo realizadas para tentar entender o que está causando esse excesso de aquecimento do oceano. O cenário é preocupante e graves consequências já estão sendo observadas, como uma nova onda global de branqueamento de corais, que teve início em fevereiro de 2023 e persiste em 2024, atingindo fortemente os recifes de coral na costa nordeste do Brasil (ICRI, 2024).

Figura 11 – Média diária global da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do oceano, de janeiro de 1981 até setembro de 2024

Temperatura diária da superfície do oceano no mundo (60°S-60°N, 0-360° E)



Conjunto de dados: NOAA OISST V2.1 | Crédito da imagem: adaptado de Clima Reanalyzer.org. Instituto de Mudança Climática. Universidade do Maine.

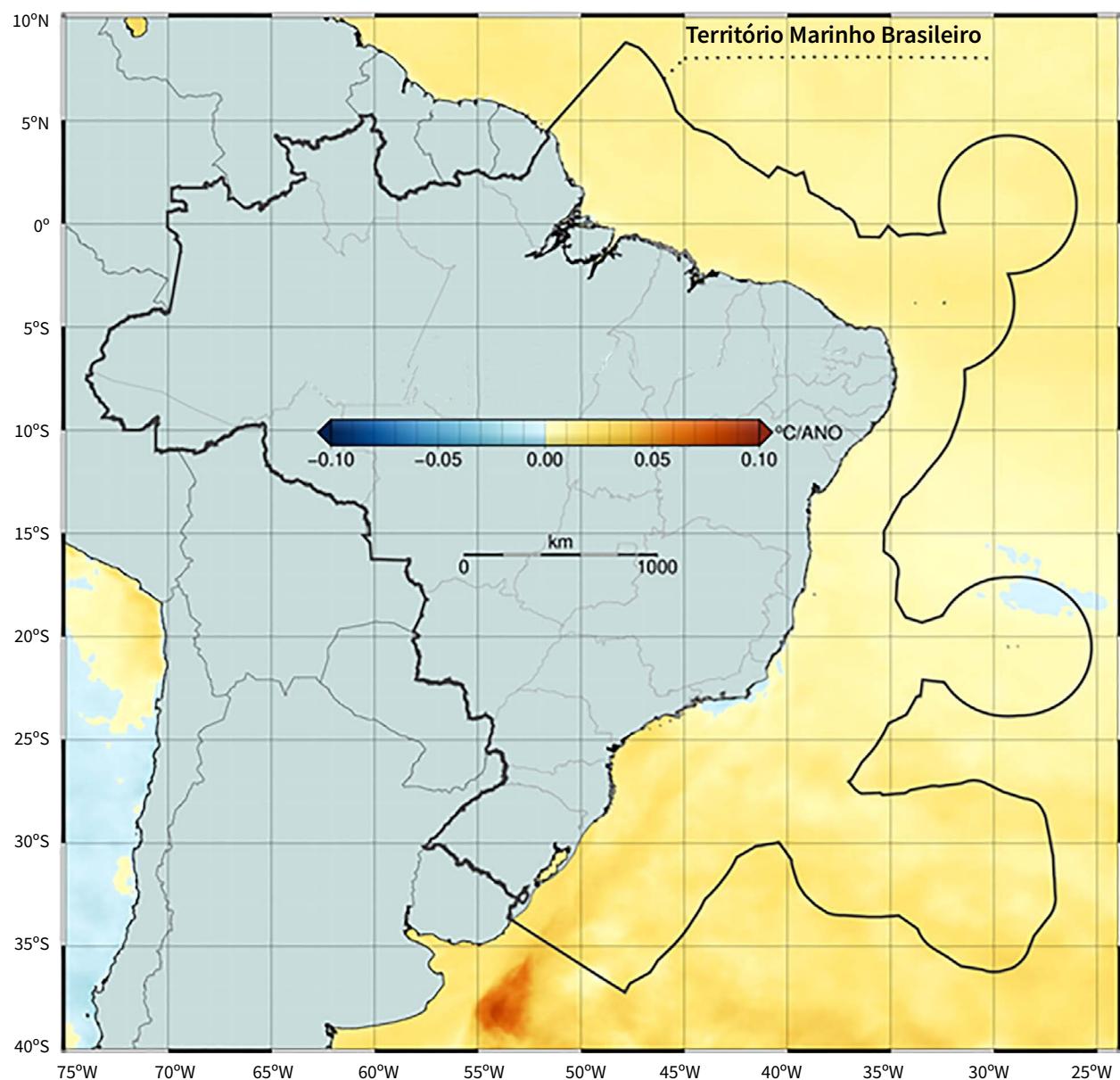
Fonte: Climate Reanalyzer⁵

Nota: Cada linha sólida representa as médias diárias de temperatura em um ano, com destaque para 2023 (linha laranja) e 2024 (linha vermelha), enquanto as linhas tracejadas representam as médias de 1982 a 2010 e de 1991 a 2020.

⁵ Climate Reanalyzer. Disponível em: https://climatereanalyzer.org/clim/sst_daily/?dm_id=world2. Acesso em: 28 set. 2024.

Figura 12 – Tendência de mudança de temperatura superficial do oceano no Atlântico Sul, com a delimitação do Sistema Costeiro-Marinho

Tendência da temperatura da superfície do mar: 1993 – 2022



Fonte: CPTEC/INPE.

O que acontecerá no Brasil se atingirmos pontos de não retorno climático?

Ponto de não retorno climático, ou ponto de inflexão (*climate tipping point*, em inglês), é um limite que, quando alcançado, não permite mais o retorno a uma condição climática anterior. Esta mudança levaria a **impactos abruptos, irreversíveis e extremamente perigosos**, com sérias implicações para a humanidade (Lenton *et al.*, 2019).

No Brasil, o aquecimento global superior a 1,5 °C do período pré-industrial, em combinação com o crescente desmatamento e os incêndios florestais, levaria a floresta Amazônica ao colapso (Flores *et al.*, 2024). Isso causaria mudanças significativas no clima, por exemplo, a redução de chuvas no Centro-Oeste e no Sudeste, uma vez que grande parte da precipitação nessas regiões é resultado da umidade transportada da Amazônia e proveniente da evapotranspiração da floresta (Marengo *et al.*, 2012).

Um ponto sem retorno com impacto direto no Brasil diz respeito à extinção de recifes de coral, apontados pelo IPCC como o primeiro ecossistema a ser extinto funcionalmente devido à mudança do clima. Nesse contexto, sabe-se que o Brasil tem os únicos ambientes recifais do Atlântico Sul e esse ecossistema de águas tropicais está enfrentando ameaças antropogênicas contínuas sem precedentes, que põem em risco a existência desse ecossistema funcional e biodiverso. A perda significativa de biodiversidade e os processos ecológicos associados aos recifes de corais afetam adversamente centenas de milhões de pessoas que dele dependem (Pearce-Kelly *et al.*, 2024).

Outros fenômenos que podem influenciar o ponto de não retorno – e são críticos para o país – são a Circulação Meridional do Atlântico (*Atlantic Meridional Overturning Circulation*, AMOC, da sigla em inglês); a convecção nos mares de Labrador-Irminger; o manto de gelo da Antártida Ocidental; e o manto de gelo da Groenlândia. O eventual colapso ou desaceleração da AMOC pode desestabilizar o El Niño, que, por sua vez, pode acelerar o branqueamento de corais, desestabilizar a floresta Amazônica e a cobertura de gelo do oeste da Antártica. Isso aceleraria o derretimento da Groenlândia e, como consequência, poderia comprometer a estabilidade da AMOC (Wunderling *et al.*, 2024).

O colapso da AMOC causaria o aumento da temperatura e o deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), afetando o regime de chuvas no semiárido e na Amazônia. O colapso da convecção nos mares de Labrador-Irminger também afetaria a ZCIT, e isso aconteceria apenas dez anos após a temperatura média global ultrapassar 1,8 °C. Já o colapso dos mantos de gelo da Antártida Ocidental e da Groenlândia elevaria o nível do mar entre três e sete metros, respectivamente (Wunderling *et al.*, 2021).

Todos esses fenômenos são interdependentes de modo que atingir o ponto de não retorno em um desses sistemas desestabilizaria outros, o que geraria um efeito dominó. Uma vez desencadeado, esse processo levaria a uma temperatura média global muito mais alta do que a dos últimos 1,2 milhões de anos, resultando em sérias consequências para a sociedade e para os ecossistemas (Steffen *et al.*, 2018).

3.2.3. Projeções para a mudança do clima no Brasil

A avaliação da mudança do clima no território brasileiro utilizou-se do melhor conhecimento científico disponível até o momento. Essa síntese é fundamentada nas conclusões das principais fontes de dados e referências, abrangendo tanto o período observado quanto as projeções futuras. No que diz respeito ao clima futuro, foram considerados cenários de níveis de aquecimento global de 1,5 °C e 2 °C.

Os Quadros 1 e 2 apresentam, respectivamente, o sinal de mudança e as mensagens-chave para 14 ameaças climáticas em cinco macrorregiões brasileiras. A seleção dessas ameaças considerou sua relevância para os setores e temas abordados no Plano Clima Adaptação. Os quadros sintetizam as conclusões dos seguintes estudos: Avila-Diaz *et al.*, 2020; Ballarin *et al.*, 2023; Dunn *et al.*, 2020; Gutiérrez *et al.*, 2024; INMET, 2024; INPE 2024; IPCC 2023; Li *et al.*, 2021; NASA, 2024; Oliver *et al.*, 2018; Pes *et al.*, 2017; Pires *et al.*, 2021; Regoto *et al.*, 2021; Tomasella *et al.*, 2022; e Voudoukas *et al.*, 2018.

A análise comparou a concordância entre os diferentes estudos para estimar o nível de evidência dos sinais de mudança e a confiança nas tendências identificadas (mensagens-chave). Essa abordagem é essencial para compreender as incertezas (Apêndice A) e orientar estratégias de adaptação mais eficazes. Em resumo, as mudanças mais **plausíveis, aquelas com maior certeza de ocorrerem no futuro**, são:

- o aumento de temperatura e de ondas de calor em todas as macrorregiões;
- o aumento de chuva anual na região Sul;
- o aumento de chuva extrema e chuva extrema persistente nas regiões Norte, Sudeste e Sul;
- o aumento da frequência e da duração de secas nas regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste;
- o aumento de vento severo nas regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Sul; e
- o aumento do nível do mar, temperatura do mar, ondas de calor marinha e acidificação do oceano em toda a costa brasileira.

Quadro 1 – Mudanças observadas e futuras por região para 14 tipos de ameaças climáticas

Ameaças climáticas	Norte			Nordeste			Centro-Oeste		Sudeste			Sul			
	Obs.	Futuro		Obs.	Futuro		Obs.	Futuro		Obs.	Futuro		Obs.	Futuro	
		1,5 °C	2 °C		1,5 °C	2 °C		1,5 °C	2 °C		1,5 °C	2 °C		1,5 °C	2 °C
Temperatura média	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Temperatura máxima	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Temperatura mínima	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Ondas de calor	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Chuva anual	- *	▼	▼	▼	▼	▼	- *	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▲	▲
Chuva extrema	▲	▲	▲	▼	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Chuva extrema persistente	▲ *	▲	▲	▼ *	▲	▲	- *	▲	▲	▲ *	▲	▲	▲	▲	▲
Frequência de seca	-	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▼	▼	▼
Duração da seca	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▼	▲	▲
Vento severo	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Nível médio do mar	▲	▲	▲	▲	▲	▲				▲	▲	▲	▲	▲	▲
Temperatura da superfície do mar	▲	▲	▲	▲	▲	▲				▲	▲	▲	▲	▲	▲
Ondas de calor marinhas	▲	▲	▲	▲	▲	▲				▲	▲	▲	▲	▲	▲
Acidificação do oceano	▲	▲	▲	▲	▲	▲				▲	▲	▲	▲	▲	▲

- ▲ aumento com muita evidência (mais da metade das fontes concorda)
- ▲ aumento com alguma evidência (metade, ou menos, das fontes concorda)
- ▼ diminuição com muita evidência (mais da metade das fontes concorda)
- ▼ diminuição com alguma evidência (metade, ou menos, das fontes concorda)
- indefinido (sem evidência ou fonte com sinal de mudança opostos)
- * apresenta diferenças de sinal de mudança dentro da macrorregião

- tendência plausível (confiança alta)
- tendência possível (confiança média)
- tendência incerta
- não se aplica

Fonte: Elaboração própria com base em diversos autores⁶.

⁶ Fonte: Avila-Diaz *et al.*, 2020; Ballarin *et al.*, 2023; Dunn *et al.*, 2020; Gutiérrez *et al.*, 2024; INMET, 2024; INPE, 2024; IPCC, 2023; Li *et al.*, 2021; NASA, 2024; Oliver *et al.*, 2018; Pes *et al.*, 2017; Pires *et al.*, 2021; Regoto *et al.*, 2021; Tomasella *et al.*, 2022; Vousdoukas *et al.*, 2018.

A maioria das tendências, observadas e futuras, de mudança do clima possui uma confiança alta e indica futuros prováveis de ocorrer. Mesmo com os esforços para alcançar a meta do Acordo de Paris, limitando o aquecimento global a 1,5 °C, todas as regiões do país vão continuar sofrendo alterações nos padrões climáticos. As **principais tendências** sobre a mudança do clima no Brasil, acompanhadas do nível de confiança atribuído a elas, são apresentadas no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 – Tendências sobre a mudança do clima no Brasil por categoria de ameaça

Categoria	Tendências (mensagens-chave)	Regiões
Temperatura e onda de calor 	Aumento observado da temperatura (média, máxima e mínima) e ondas de calor devem continuar no futuro.	Todas as regiões
Chuva 	Aumento observado de chuva anual deve continuar no futuro.	Sul
	É possível uma redução na chuva, no entanto, algumas sub-regiões podem experimentar aumento.	Norte, Nordeste e Centro-Oeste
	Há incerteza quanto à tendência da chuva anual na região.	Sudeste
Chuva extrema 	Aumento observado na magnitude de chuva extrema deve continuar no futuro.	Norte, Sudeste e Sul
	É possível aumento na magnitude da chuva extrema.	Centro-Oeste
	Há incerteza quanto à tendência da magnitude da chuva extrema e da chuva extrema persistente.	Nordeste
	Aumento observado na chuva extrema persistente deve continuar no futuro.	Sudeste e Sul
	É possível aumento na chuva extrema persistente, no entanto, algumas sub-regiões podem experimentar redução.	Norte e Centro-Oeste
Seca 	Aumento observado na frequência e duração de secas deve continuar no futuro.	Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste
	É possível aumento da frequência e duração de secas.	Norte
	É possível diminuição na frequência de secas.	Sul
	Há incerteza quanto à tendência da duração de secas.	Sul
Vento 	Aumento observado de vento severo deve continuar no futuro.	Nordeste, Sudeste e Sul
	É possível aumento de vento severo.	Centro-Oeste
Oceano 	Aumento observado no nível médio do mar, na temperatura da superfície do mar, nas ondas de calor marinha e na acidificação do oceano deve continuar no futuro em todas as regiões da zona costeira	Zona Costeira

Legenda: nível de confiança da tendência

 Alta

 Média

 Baixa

Fonte: Elaboração própria.

É importante ressaltar que, para algumas ameaças e macrorregiões, pode haver diferenças regionais quanto ao sinal de mudança. As principais disparidades regionais são: (I) locais com aumento ou redução de chuva anual no Norte, Nordeste e Centro-Oeste; e (II) locais com chuva extrema persistente no Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste. Em muitos casos, essas diferenças sub-regionais estão associadas à proximidade com o oceano e à topografia da zona costeira, fatores que influenciam os padrões de chuvas (Cavalcanti *et al.*, 2009).

Impactos severos de múltiplos eventos climáticos

O planejamento da adaptação à mudança do clima precisa também considerar a capacidade de lidar com os eventos compostos, em que ocorrem múltiplos eventos climáticos de forma simultânea ou em sequência. Isso porque tais **eventos conjuntos geram impactos mais significativos e complexos do que um evento isolado**.

Por exemplo, uma seca severa combinada a uma onda de calor pode resultar em escassez hídrica e condições ideais para incêndios florestais. Ou, ainda, a combinação de uma chuva intensa com marés altas e aumento no nível do mar pode resultar em graves inundações costeiras. Além disso, secas seguidas de fortes chuvas podem causar enxurradas e inundações, uma vez que o solo, previamente ressecado e desprovido de cobertura vegetal, torna-se menos permeável, ocasionando o escoamento da água em vez de sua absorção pelo solo (IPCC, 2023).

Todas as macrorregiões do país apresentam forte tendência ao aumento em, pelo menos, seis ameaças climáticas, conforme demonstrado no Quadro 1. Nesse contexto, podem ser necessários sucessivos deslocamentos de uma mesma população afetada em decorrência de sua exposição a eventos associados ou repetidos no tempo, dificultando a possibilidade de recuperação e aprofundando vulnerabilidades pré-existentes, além de gerar outras novas. Portanto, é essencial que os planejadores considerem a possibilidade de enfrentar impactos decorrentes de eventos compostos.

3.3. Principais riscos, impactos e vulnerabilidades no Brasil

Apresenta-se a seguir uma síntese dos principais riscos, impactos e vulnerabilidades no Brasil, segundo análises contidas na Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção do Clima (Brasil, 2020). As informações foram organizadas em dois segmentos que são abordados nas próximas seções: impactos observados e principais riscos e vulnerabilidades. O primeiro apresenta uma visão geral de impactos relacionados ao clima que vêm ocorrendo no território brasileiro, com exemplos de ocorrências mais significativas. Já o segundo analisa cenários futuros em conjunto com fatores condicionantes do risco.

3.3.1. Impactos observados

Com a maior ocorrência de eventos climáticos extremos e das mudanças graduais no clima nas últimas décadas, todas as regiões do Brasil sofreram a intensificação de impactos, além de perdas e danos relacionados ao clima, o que demonstra a urgência de se colocar em prática ações de adaptação no país. Perdas de vidas, danos à saúde, diminuição da qualidade de vida nas cidades, prejuízos em safras, comprometimento do abastecimento de água, da geração de energia e danos

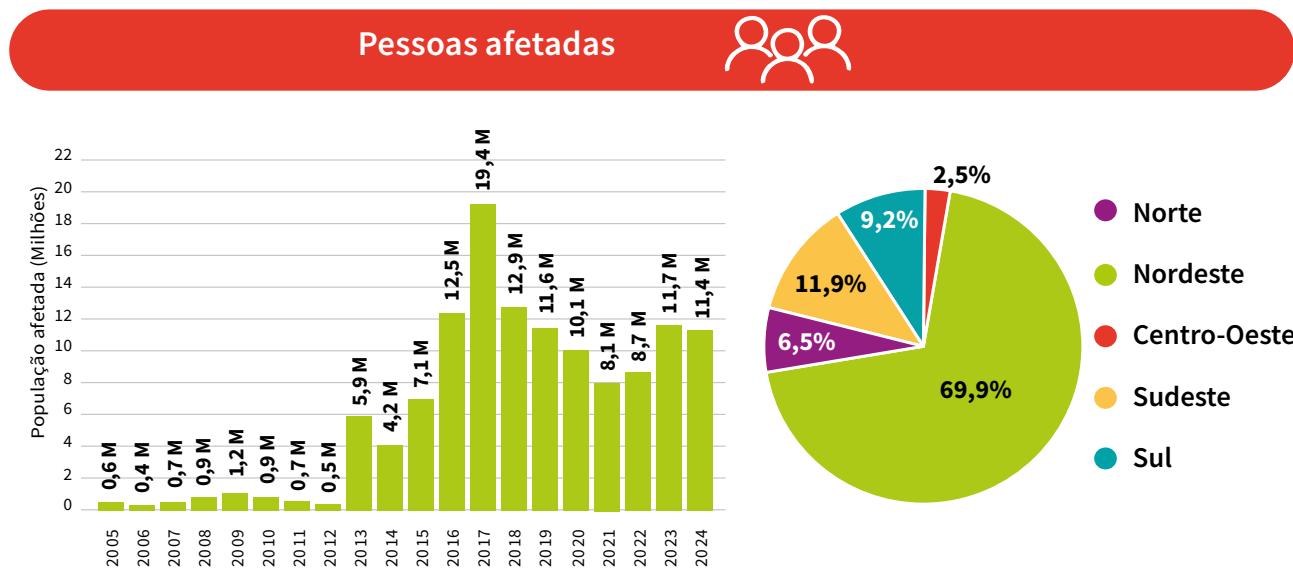
à infraestrutura são alguns impactos que afetam os(as) brasileiros(as). As informações disponíveis sobre a mudança do clima e suas análises servem como subsídios para o planejamento e à implementação de medidas de adaptação.

Desastres decorrentes de eventos climatológicos e hidrológicos ocorrem historicamente em todas as regiões do país. Nos últimos anos, observa-se um aumento consistente no número de pessoas afetadas⁷ por secas, ondas de calor, incêndios florestais, inundações e deslizamentos de terra. No entanto, esses dados devem ser interpretados com cautela, pois o crescimento nos registros também reflete avanços significativos na capacidade de monitoramento e notificação ao longo dos últimos anos.

A Figura 13 ilustra o aumento no número de registros de pessoas afetadas nas últimas duas décadas, bem como sua distribuição entre as macrorregiões do país. Observa-se que o Nordeste é a macrorregião com o maior número de afetados(as), seguido pelas regiões Sudeste e Sul.

A maior parte da população no Brasil já sofre com os impactos da mudança do clima.

Figura 13 – Pessoas afetadas por ano e região, considerando desastres climatológicos, hidrológicos e meteorológicos



Fonte: Atlas Digital de Desastres no Brasil (Brasil, 2025).

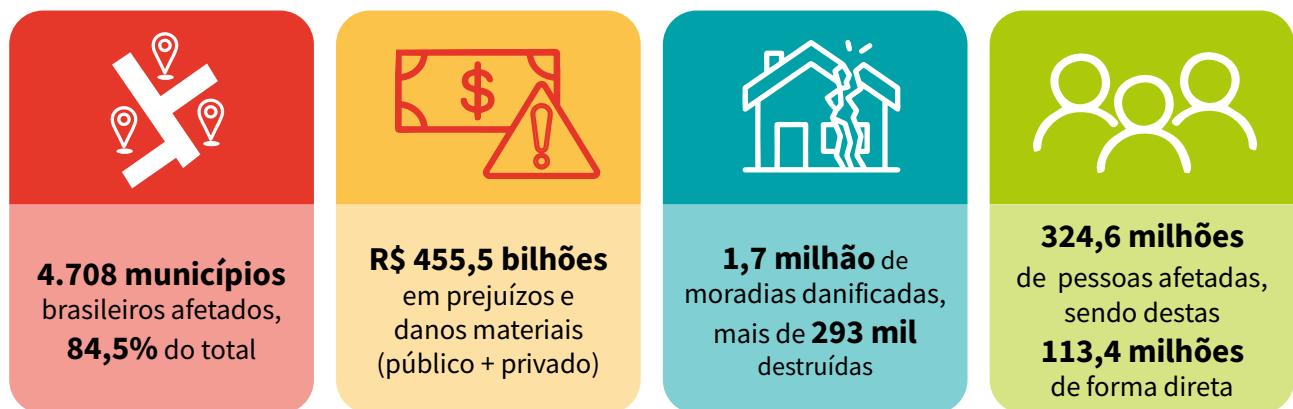
Uma vez que as cidades concentram 85% da população do país, a maior parte das pessoas afetadas por esses desastres são usuárias e moradoras de ambientes urbanos. Os desastres ocasionaram impactos significativos no país na última década. Entre 2015 e 2024, 84,5% dos 5.570 municípios brasileiros foram afetados, fazendo com que os danos e prejuízos econômicos, somando perdas públicas e privadas, totalizassem R\$ 455,5 bilhões (Brasil, 2025).

Nesse período, 1,67 milhão de moradias foram danificadas, 293 mil moradias foram destruídas e 324,6 milhões de pessoas foram afetadas. Desse total, 5,9 milhões de pessoas foram diretamente

⁷ O número de pessoas afetadas é a soma dos registros realizados por meio do Formulário de Informações do Desastre (FIDE), que compreende o total de pessoas mortas, feridas, enfermas, desabrigadas, desalojadas, desaparecidas e outros(as) afetados(as).

atingidas, excluindo-se aquelas prejudicadas pelo desabastecimento de bens e serviços (Figura 14). Ressalta-se, ainda, que os dados apresentados refletem ocorrências acumuladas e repetidas de exposição aos desastres, ou seja, uma mesma pessoa ou localidade pode ter sido impactada mais de uma vez ao longo dos anos.

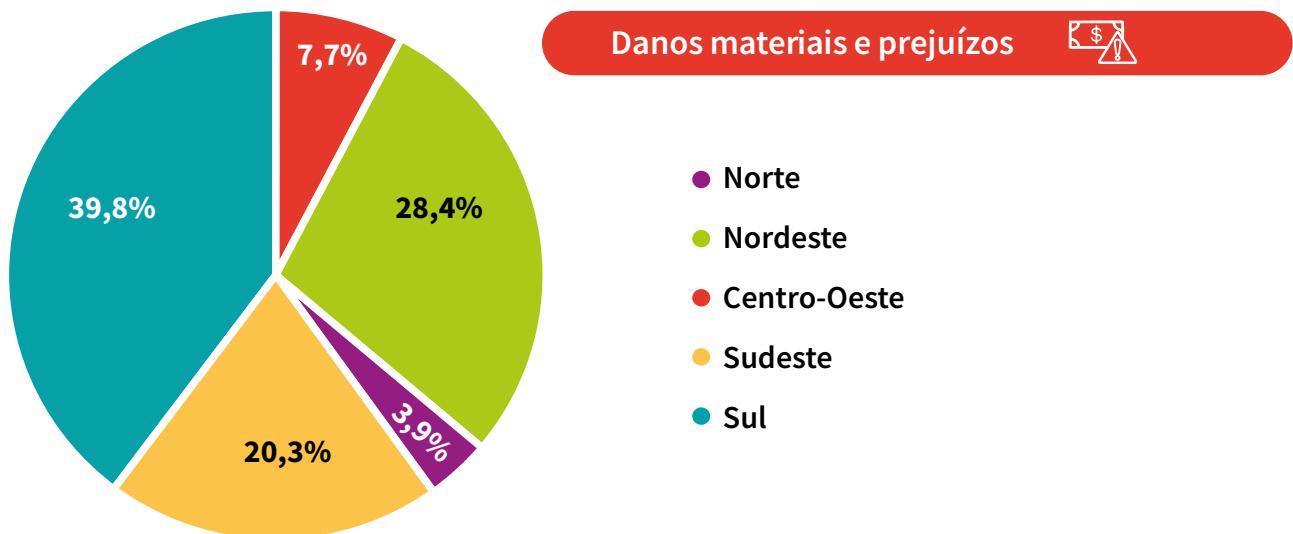
Figura 14 – Impactos relacionados ao clima no Brasil na última década (2015-2024)



Fonte: Atlas Digital de Desastres no Brasil (Brasil, 2025).

Nesse período, a região Sul acumulou os maiores danos materiais e perdas financeiras, correspondendo a (39,8%), seguida pelo Nordeste com (28,9%) e pelo Sudeste com (20,3%), conforme a Figura 15.

Figura 15 – Distribuição dos danos materiais e prejuízos causados por desastres naturais por região entre 2015 e 2024



Fonte: Atlas Digital de Desastres no Brasil (Brasil, 2025).

A proporção, frequência e magnitude de desastres vêm aumentando.

Nos últimos anos, a população brasileira vivenciou eventos extremos em diferentes regiões do país,⁸ tanto relacionados à ocorrência de chuvas severas quanto a períodos críticos de seca. As

⁸ Os desastres e eventos climáticos extremos destacados nesse capítulo ilustram a gravidade e frequência com que ocorrem no Brasil; no entanto, não houve a pretensão de apresentar uma revisão exaustiva da literatura, de modo que diversos outros eventos ocorridos nas regiões brasileiras podem não ter sido mencionados.

secas estão cada vez mais prolongadas e intensas no Brasil, impactando, inclusive, os mesmos territórios que sofrem com períodos de chuvas extremas. O bioma Amazônia, nas últimas duas décadas, foi duramente atingido tanto por secas quanto por enchentes extremas (Marengo *et al.*, 2013; Pinho; Marengo; Smith, 2015; Tomasella *et al.*, 2013). Em 2024, a Amazônia, o Pantanal e a Mata Atlântica vivenciaram um aumento significativo no número de incêndios florestais, majoritariamente provocados por ação humana e agravados por secas severas, intensificadas pela mudança do clima (MapBiomas, 2025).

Na Figura 16 a seguir, são destacados alguns dos principais eventos relacionados a **mudanças severas no padrão de chuvas**.

Figura 16 – Impactos de chuvas severas no Brasil entre 2011 e 2024



Fonte: Atlas Digital de Desastres no Brasil (Brasil, 2025).

Figura 17 – Secas e cheias na Amazônia em 2023



Fonte: (a) Pedro Devani/Secom do Acre; (b) Miguel Monteiro/Instituto Mamirauá.

Nota: (a) Em 2023, o nível do Rio Acre subiu 17,55 metros e cerca de 56 mil pessoas em Rio Branco foram atingidas. (b) No mesmo ano, a seca e o calor extremo resultaram na morte de mais de 250 botos-cor-de-rosa e tucuxis nos lagos Tefé e Coari, no Amazonas (ICMBio, 2023).

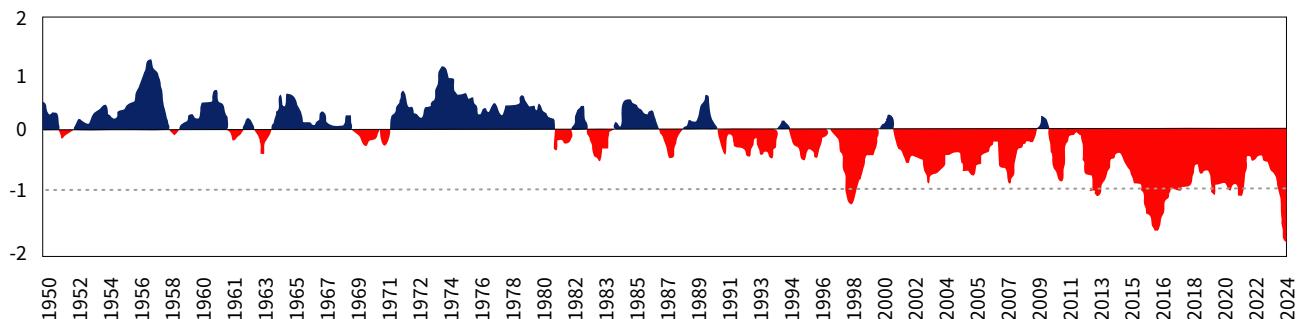
Secas severas e focos de calor – Episódios de seca extrema, secas hidrológicas e focos de calor vêm aumentando significativamente desde 2018 (Figura 17). A Amazônia e o Pantanal vivenciam aumento no número de focos de calor devido às queimadas durante as secas, que passaram a ser mais frequentes (Cemaden, 2024). Além da maior frequência, a duração das secas em regiões do território brasileiro está cada vez mais longa. Uma das notas técnicas publicadas pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (Cemaden) mostra que, na faixa que se estende dos estados do Acre e Amazonas até o estado de São Paulo e o Triângulo Mineiro, a seca que se iniciou no segundo semestre de 2023 se prolongou por 12 meses em muitos municípios.

Desde a década de 1990, as secas no Brasil se tornaram mais frequentes e intensas, apresentando valores mais negativos do Índice de Precipitação Padronizado de Evapotranspiração (SPEI, na sigla em inglês). O SPEI é uma ferramenta usada para medir e monitorar a seca, levando em consideração dois aspectos principais: a quantidade de chuva que cai e a quantidade de água que se perde por evaporação (solo, rios etc.) e transpiração das plantas. A evapotranspiração depende da temperatura e da água disponível, já a evaporação depende da temperatura: quanto mais quente, mais água evapora (Cemaden, 2024).

Seca entre 2023 e 2024 foi a mais extensa e atingiu 59% do território brasileiro.

Conforme os dados a seguir (Figura 18), o país enfrentou três grandes secas (picos negativos de SPEI): a primeira entre 1997 e 1998; a segunda entre 2015 e 2016; e a última entre 2023 e 2024. Vale ressaltar que a seca de 2015-2016 superou a de 1997-1998, mas a de 2023-2024, mesmo com dados parciais, já apresenta valores de SPEI mais negativos, indicando ser a mais intensa e extensa da série histórica. Desta forma, em termos de extensão, a seca de 2023-2024 lidera, abrangendo cerca de 5 milhões de km², o que corresponde a aproximadamente 59% do território brasileiro (Cemaden, 2024).

Figura 18 – Evolução temporal das secas no Brasil, considerando o Índice Padronizado de Precipitação e Evapotranspiração, de dezembro de 1951 a abril de 2024

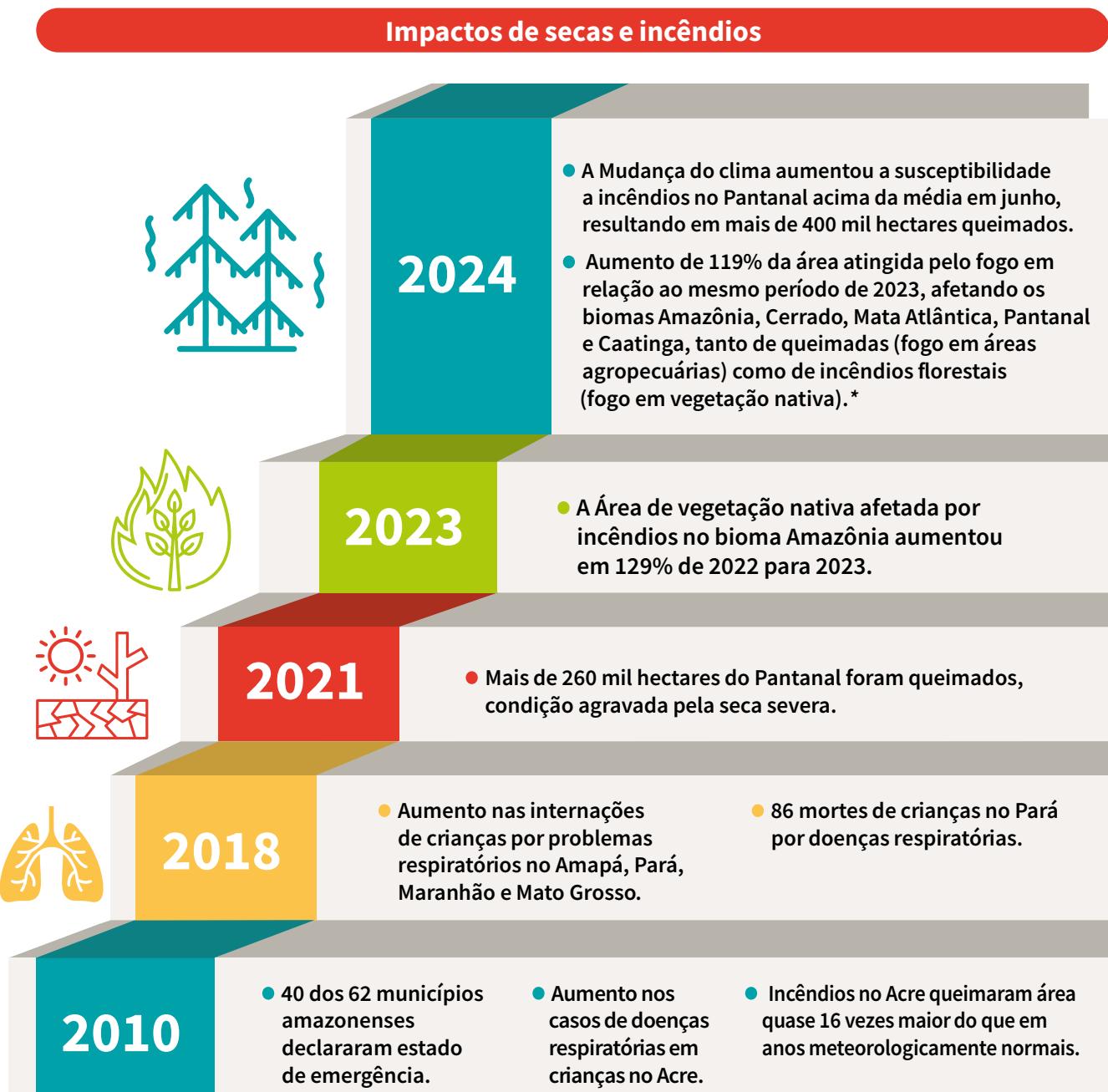


Fonte: Cemaden, 2024.

Nota: As barras em azul indicam períodos com chuvas acima da média, enquanto as barras vermelhas indicam períodos com chuvas abaixo da média.

Na Figura 19 abaixo, destacam-se alguns dos principais eventos climáticos extremos relacionados à seca intensa e prolongada no território brasileiro.

Figura 19 – Impactos de secas e incêndios no Brasil entre 2010 e 2024



*Dados relativos ao primeiro semestre de 2023 e 2024.

Fonte: Smith et al., 2014; Pinho, 2016; Alencar et al., 2024 e Barnes, Santos, Libonati et al., 2024.

Atividade agrícola e pecuária – Entre 2014 e 2023, os prejuízos à atividade agrícola e pecuária, causados por chuvas e secas (sobretudo secas), somaram R\$ 282 bilhões, sendo que, somente em 2022, as secas causaram perdas de R\$ 59,2 bilhões, o que equivale a 21% do total do período analisado (Brasil, 2025). As regiões com maiores danos e prejuízos foram o Sul e o Nordeste, com 45,8% e 27% do total, respectivamente. Nesse contexto, o excesso de chuvas causou danos mais severos na produção agrícola nas regiões Centro-Oeste e Sul, já os danos causados pela seca estão concentrados nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul.

Mobilidade humana – Duramente afetada por eventos climáticos, a população com maior vulnerabilidade pode ser levada a se deslocar em busca de melhores condições de vida. Em 2023, o Brasil se destacou como o país das Américas com o maior número de deslocamentos internos, com mais de 745 mil deslocamentos devido a desastres, principalmente com a tragédia do Rio Grande do Sul (IDMC, 2024). Esse número é ainda maior, pois o cálculo atual não considera todas as migrações relacionadas a desastres, como aquelas que ocorrem lentamente ao longo dos meses seguintes ao evento.

Oceano, zona costeira e biodiversidade – Na foz do Rio Amazonas, o avanço do marea se tornando mais frequente, provocando a salinização das águas que abastecem comunidades no Amapá e comprometendo atividades, como acesso a água potável, pesca, agricultura familiar e cultivo de açaí. Na Baixada Santista, litoral do estado de São Paulo, entre 1993 e 2021, a taxa de aumento do nível do mar foi estimada de 2,38 a 3,39 mm por ano, próximo às médias de Ubatuba (2,24 mm por ano) e Cananéia (2,23 mm por ano) (Marengo *et al.*, 2022). Nas cidades do Rio de Janeiro e Atafona (RJ), o aumento do nível do mar observado de 1990 a 2020 chegou a 13 centímetros (UN, 2024).

Se mantido o ritmo de emissões e desmatamento, a queda na biodiversidade poderá chegar a 45% em 2050.



Em 2023, cinco dos 10 lagos monitorados na Amazônia apresentaram temperaturas diurnas excepcionalmente altas ($>37^{\circ}\text{C}$). Esse aquecimento extremo das águas da Amazônia segue um aumento de longo prazo de $0,6^{\circ}\text{C}/\text{década}$, revelado por estimativas de satélite nos lagos da região entre 1990 e 2023 (Fleischmann *et al.*, 2024).

As mudanças no uso da terra sempre tiveram um papel histórico preponderante na alteração dos ecossistemas terrestres e ambientes marinhos (Joly *et al.*, 2019). Até 1970, houve uma redução estimada de 22,6% na abundância de espécies, com pequena participação da mudança do clima. Porém, desde então, observa-se uma crescente influência da mudança do clima na perda de biodiversidade (Ometto *et al.*, 2018). Um estudo do Cemaden e do INPE verificou que áreas do semiárido do país têm crescido a uma taxa média superior a 75 mil km^2 a cada década. No último período considerado, 1990 a 2020, observou-se o aparecimento de uma área definida como árida no norte do estado da Bahia, que nunca fora observada nas décadas anteriores.⁹

⁹ Nota Técnica: Elaboração dos Mapas de Índice de Aridez e Precipitação Total Acumulada para o Brasil. Disponível em: https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/noticias-cemaden/estudo-do-cemaden-e-do-inpe-identifica-pela-primeira-vez-a-ocorrencia-de-uma-regiao-arida-no-pais/nota-tecnica_aridas.pdf.

A acidificação dos oceanos, resultado da absorção de dióxido de carbono (CO₂) presente na atmosfera, gera graves consequências para toda a vida marinha, em especial para organismos que apresentam estruturas calcáreas, como corais, moluscos e crustáceos (IPCC, 2019). Já o aquecimento do oceano contribui para o aumento do nível do mar, maior incidência de eventos extremos, e tem levado à perda de recifes de corais, manguezais, bancos de algas e gramas marinhas (Cramer *et al.*, 2014; Oppenheimer *et al.*, 2014), enfraquecendo os seus serviços ecossistêmicos, como segurança alimentar e proteção natural das cidades oceânicas.

Desde o início de 2023, o branqueamento em massa dos recifes de corais foi confirmado em todos os trópicos. Esse é o quarto evento global de branqueamento, alardeado como o mais danoso das últimas décadas, em que já se registrou alta mortalidade nas águas nordestinas com a temperatura média da superfície do mar chegando a 33 °C (NOAA, 2024).

Escassez hídrica – Nas últimas décadas, todas as regiões do Brasil experimentaram impactos relacionados à escassez hídrica. Os registros mostram que esses impactos vêm se tornando cada vez mais frequentes, principalmente devido às mudanças nos padrões de chuva, ao aumento do uso da água em zonas agrícolas, à intensificação do desmatamento e a outras alterações no uso e ocupação do solo. Para exemplificar a gravidade da questão hídrica frente à mudança do clima, são mencionadas a seguir algumas das repercussões dos eventos climáticos severos para as regiões Nordeste e Sudeste, já sistematizadas em publicações:

- **Secas intensas atingiram a região Nordeste por sete anos seguidos, entre 2011 e 2017, afetando mais de 80% dos municípios** (IBGE, 2017). Entre os impactos causados pela seca ainda mais severa nessa região, estão o surgimento e/ou aumento de áreas de desertificação; o esgotamento e a contaminação de reservatórios de água, com consequências ao abastecimento humano e animal; os surtos de diarreia; e as internações e mortes de crianças e idosos (Rufino *et al.*, 2016; IBGE, 2017). Foram atingidas, nessa região, 30 milhões de pessoas, levando em conta apenas a seca histórica de 2012 (Novaes; Felix; Souza, 2013).
- **Na região Sudeste, em decorrência da seca prolongada de 2014, a capacidade de produção da indústria, de geração de energia, a produtividade da agricultura e até o funcionamento de hospitais e escolas foram comprometidos** (Nobre *et al.*, 2016), assim como o sistema Cantareira de abastecimento urbano, em São Paulo. As atividades na Hidrovia Tietê-Paraná, uma das mais importantes do país, também foram afetadas (ANA, 2019), assim como a safra de cana-de-açúcar, principalmente nos estados de São Paulo e Minas Gerais (Unica, 2014; Nobre *et al.*, 2016).

Geração de energia – Ao longo dos últimos anos, a precipitação observada em algumas das principais bacias hidrográficas com usinas hidrelétricas integrantes do Sistema Interligado Nacional (SIN), de maneira agregada, ficou significativamente abaixo da média histórica. Como resultado, no intervalo entre dezembro de 2020 e novembro de 2021, houve a pior condição hidroenergética já observada para esse período no histórico, resultando em uma redução de 8,5% na oferta de energia por fontes hidráulicas em relação ao ano anterior (EPE, 2022).

De forma complementar, o Relatório de Estruturação das Ações e Indicadores Globais do Plano de Recuperação dos Reservatórios de Regularização do País (MME, 2023) apresenta uma análise do comportamento do armazenamento equivalente do SIN (EAR – Energia Armazenada) diário, verificado entre os anos de 2000 e 2022. Ao comparar a década de 2003 a 2012 à de 2013 a 2022,

observou-se a diminuição de aproximadamente 27% da EARmáx,¹⁰ o que evidencia a redução da disponibilidade energética advinda dos recursos hidráulicos.

Cabe ressaltar, entretanto, que, além do agravamento das condições hidrometeorológicas médias nos últimos anos, a diminuição da capacidade de armazenamento (principalmente devido à não entrada de geração no sistema com novos reservatórios) também foi fator decisivo na diminuição relativa da capacidade da EARmáx frente à crescente demanda total de energia elétrica. Como consequência, em especial no período entre 2013 e 2022, houve a necessidade de acionamento adicional de termelétricas à base de combustíveis fósseis, que são mais emissoras de gases do efeito estufa (GEE), ocasionando o aumento do custo da geração de energia elétrica.

Estresse térmico e ondas de calor – Uma das consequências do aumento da temperatura é o surgimento do estresse térmico em pessoas, animais e plantas. Desde o início do século, houve aumento no número de dias com temperatura máxima acima de 35 °C e de ondas de calor em todas as regiões. Na última década, cidades como Brasília, Fortaleza, Manaus, Rio de Janeiro e São Paulo têm enfrentado um aumento significativo no número de horas consecutivas de estresse térmico. Isso significa que as condições meteorológicas que excedem a capacidade do corpo humano de suportar sem sofrer problemas de saúde tornaram-se mais frequentes e prolongadas, chegando a durar até 12 horas consecutivas de estresse térmico (Miranda *et al.*, 2023).

Soma-se à ameaça relacionada à mudança do clima a configuração dos centros urbanos que, muitas vezes, contribuem para ilhas de calor. Diante disso, é de se destacar que diversos fatores podem influenciar a circulação dos ventos, o sombreamento e o reflexo do sol nas cidades, tais como a morfologia viária, a geometria das construções, a quantidade de áreas verdes, a impermeabilização do solo e os materiais construtivos empregados. Quando inadequados, os últimos podem aumentar o calor antropogênico e interferir diretamente no conforto térmico das populações urbanas.

As regiões Norte e Nordeste chegaram a experimentar mais de 50 ondas de calor por ano (Silva *et al.*, 2022). Em 2022, uma onda de calor atingiu o Rio Grande do Sul, cujas temperaturas máximas ultrapassaram os 40 °C em diversos municípios por cerca de duas semanas. Em 2023, ondas de calor extremas foram registradas em grande parte do país, como em Cuiabá e São Paulo, que tiveram o inverno mais quente dos últimos 63 anos (INMET, 2023).

A distribuição desigual dos impactos climáticos em populações pretas e pardas é observada na maior mortalidade desses segmentos populacionais relacionada ao calor, especialmente em grandes centros urbanos brasileiros. Entre 2000 e 2018, um estudo destacou desigualdades raciais significativas na mortalidade excessiva relacionada ao calor em grandes cidades brasileiras, mostrando que a taxa para pretos e pardos foi de 32% no Rio de Janeiro (RJ) e 44% em São Paulo (SP), em contraste com 23% e 36%, respectivamente, para a mortalidade de brancos nessas cidades. Em Fortaleza (CE), a mortalidade excessiva por calor atingiu 17% para pretos e pardos, contra 11% para brancos, evidenciando um claro padrão de desigualdade racial nos impactos do calor extremo (Monteiro Dos Santos *et al.*, 2024).

Corroborando a desigualdade existente entre as pessoas afetadas pelas ondas de calor, dados mostram que, no estado de São Paulo, pessoas negras e indígenas e mulheres chefes de família

¹⁰ A energia armazenada (% da Energia Armazenada Máxima – %EARmáx) representa a energia associada ao volume de água disponível nos reservatórios que pode ser convertida em geração na própria usina e em todas as usinas a jusante na cascata cuja variação está diretamente relacionada ao volume dos reservatórios dos empreendimentos hidráulicos (ONS, s.d.).

são proporcionalmente os grupos que mais vivem nas áreas mais quentes das cidades. Além disso, a temperatura em favelas pode ser até 9 °C superior ao de bairros próximos com configurações urbanas distintas. Os impactos do aumento de temperatura estão, portanto, intrinsecamente atrelados à desigualdade socioterritorial urbana (UrbVerde, 2024).

Impactos à saúde – Os impactos da mudança do clima na saúde são complexos e envolvem diversas dimensões da realidade, tendo em vista que a saúde e a doença são resultantes de processos biológicos, sociais e ambientais, articulados entre si no nível individual e coletivo. Nesse contexto, percebe-se que as implicações da mudança do clima podem ser diretas e indiretas, considerando o aumento dos custos, a sobrecarga do sistema e dos trabalhadores de saúde, os efeitos crônicos, entre outros.

São muitas as implicações sobre a saúde em estudo no país. Além dos impactos já citados, relativos ao aumento de internações e mortes decorrentes da poluição atmosférica de queimadas e ondas de calor, há o crescimento nos casos de dengue relacionados ao aumento de temperatura e de extremos chuvosos, como constatado no Estado do Maranhão (Silva *et al.*, 2016), no bioma Amazônia (Horta *et al.*, 2014), na cidade do Rio de Janeiro (Gomes; Nobre; Cruz, 2012) e em capitais e grandes cidades brasileiras, como Manaus, Fortaleza, Cuiabá, São Paulo e Porto Alegre (Barcellos; Lowe, 2013).

Relação dos eventos climáticos e meteorológicos extremos com a mudança do clima

Imediatamente após um evento climático extremo, é normal as pessoas questionarem até que ponto a mudança do clima, causada pelo homem, contribuiu para a probabilidade ou gravidade do evento. O emergente campo científico da **atribuição de eventos extremos** tem permitido responder a essa questão (Otto *et al.*, 2022), e já existem estudos que demonstram essa relação no Brasil. Na **tragédia ocorrida no Rio Grande do Sul**, em maio de 2024, que resultou em mais de 169 mortes e 1,9 milhão de pessoas afetadas, constatou-se que, embora o fenômeno climático *El Niño* tenha contribuído para intensificar as precipitações, o **aquecimento global dobrou a probabilidade de ocorrência do evento** e aumentou a sua intensidade entre 6 e 9% (Clarke *et al.*, 2024b).

A escassez hídrica excepcional que afetou 30 milhões de pessoas na Bacia do Rio Amazonas, entre 2023 e 2024, foi resultado de baixas precipitações e altas temperaturas causadas pelo *El Niño* e, principalmente, pela mudança do clima causada pelo homem (Clarke *et al.*, 2024a). As ondas de calor na primavera de 2023, que superaram os 40 °C em grande parte do Brasil, foram fortemente influenciadas pela ação humana, aumentando em pelo menos 100 vezes a probabilidade de que esse evento ocorresse (Kew *et al.*, 2023).

Após o desastre em 2022, na cidade de Recife (PE), que resultou na morte de 138 pessoas e mais de 25 mil desabrigados, cientistas concluíram que a mudança do clima tornou as chuvas aproximadamente 20% mais fortes do que seriam em condições normais (Zachariah *et al.*, 2022). A escassez hídrica vivenciada no Sul do Brasil, entre 2022 e 2023, embora impulsionada pelo fenômeno natural *La Niña*, foi exacerbada pelo aumento das temperaturas causado pela mudança do clima (Arias *et al.*, 2023).

Estudos de atribuição têm demonstrado que a mudança do clima já está acontecendo e que seus efeitos não podem mais ser ignorados. Além disso, essas pesquisas ajudam na identificação de regiões críticas, na priorização de medidas e no dimensionamento de novas infraestruturas (Otto *et al.*, 2022).

O mapeamento de todos os impactos relacionados à mudança do clima ainda é incipiente no território nacional. Alguns impactos possuem sistemas mais robustos e indicadores monitorados constantemente, como é o caso dos desastres, enquanto outros carecem de maior investigação, como os efeitos na biodiversidade e na zona costeira. Porém, ressalta-se que as **evidências disponíveis são claras quanto ao agravamento dos impactos negativos de alterações climáticas em todo o território nacional e em níveis mais acelerados do que as projeções indicavam**. Isso evidencia as vulnerabilidades existentes dentro de cada região e indica a necessidade urgente de planejar e implementar medidas de adaptação e resiliência que sejam efetivas ao enfrentamento desses desafios.

3.3.2. Principais riscos e vulnerabilidades

Este item apresenta os principais riscos climáticos do Brasil e seus fatores condicionantes, decorrentes de características relacionadas ao clima, de vulnerabilidades existentes ou do grau de exposição dos sistemas avaliados. Para isso, são consideradas suas complexidades e interdependências, as quais estão apresentadas de forma agrupada em temas-chave relevantes. Diversos setores, recortes temáticos, sistemas e populações interagem nesses temas de maneira direta ou transversal, sendo devidamente aprofundados nos Planos Setoriais e Temáticos de Adaptação à Mudança do Clima.

Segurança hídrica, energética e alimentar

A segurança de acesso a água, energia e alimentação saudável e sustentável está relacionada à disponibilidade de recursos e aos elementos ligados à sustentabilidade, tais como a oferta e a distribuição justa dos recursos pela população, a proteção ambiental e ao desenvolvimento econômico. Essas questões também envolvem fatores políticos, conjunturais e institucionais.

Nas cidades, a desigualdade socioterritorial faz com que o acesso a água, energia e alimentos seja diferente para cada grupo social, a depender do local de moradia. Essa situação é acentuada em casos de eventos climáticos extremos, especialmente em territórios periféricos onde a infraestrutura de mobilidade urbana, saneamento e energia é precária ou inexistente. Os principais riscos e vulnerabilidades nesses setores são descritos a seguir de forma resumida.

SEGURANÇA HÍDRICA – Projeções indicam a redução das vazões de longo período (Q90) e o aumento de episódios de secas extremas, principalmente no Centro-Oeste. Ademais, fatores não climáticos de pressão se unem à mudança do clima, a exemplo do aumento da demanda por usos múltiplos da água com a necessidade crescente para o abastecimento de grandes metrópoles, as atividades agropecuárias e industriais. Além disso, a qualidade dos recursos hídricos também é impactada pela poluição difusa, ineficiências na gestão de resíduos sólidos, assim como as baixas taxas de coleta de esgotamento sanitário, que hoje está em 56% na média nacional (Brasil, 2022), mas que apresenta uma distribuição desigual no território (a região Norte possui apenas 23% de esgoto coletado), evidenciando as discrepâncias regionais e a importância da universalização do setor de saneamento.

No Nordeste e no Sudeste, os cenários indicam a redução de vazões e a intensificação de eventos extremos de secas e cheias. No Sul, apesar da alta disponibilidade hídrica atual, as pressões socioeconômicas e o uso de água para irrigação constituem fragilidades que agravam as condições futuras, em vista do aumento de eventos de seca e cheias. Na zona costeira e no oceano, há a saturação e salinização de bacias que deságumam no oceano, além do agravamento das inundações costeiras.

Em relação à **governança**, embora a legislação brasileira enfatize a descentralização da gestão hídrica, existe uma dificuldade no alcance dessa exigência em todo território nacional, que apresenta enorme variação em termos de capacidade institucional entre os estados e os municípios. Há potencial para o fortalecimento e aperfeiçoamento da gestão de recursos hídricos a fim de lidar com eventos extremos e conflitos pelo uso da água no país. Uma das ações nesta direção é considerar a mudança do clima nos instrumentos já existentes, como os **Planos de Recursos Hídricos** e os **Comitês de Bacia**.

Gestão da água e o necessário debate sobre reservação hídrica estratégica para resiliência climática

A água é um recurso essencial e transversal para a adaptação à mudança do clima, com implicações diretas sobre a segurança hídrica, alimentar, energética, sanitária e ambiental. Em face da intensificação da mudança do clima, com implicações para o balanço hídrico e a ocorrência de eventos extremos de cheias e secas, é urgente que se aprimore a gestão da água para garantir os usos múltiplos, as vazões ecológicas e a manutenção dos serviços ecossistêmicos de forma sustentável e eficiente.

Nesse contexto de maior escassez hídrica na maioria das regiões, o país precisa amadurecer e apontar caminhos para a adaptação. Entre as estratégias a serem consideradas, destacam-se, conforme as condições específicas de risco climático e vulnerabilidades das diferentes localidades: o fortalecimento dos comitês de bacia, como instâncias centrais da governança da bacia hidrográfica; o aperfeiçoamento de instrumentos de gestão de recursos hídricos; a aplicação de tecnologias sociais; o uso mais eficiente e sustentável da água – incluindo os sistemas produtivos –; além da implementação de medidas para minimizar o déficit hídrico e os impactos das enchentes nos territórios mais vulneráveis, como o aprimoramento da reservação de águas e a regulação do ciclo hidrológico.

No caso da reservação, ao permitir o acúmulo, a regulação e a distribuição de água, essa medida pode tanto proporcionar maior regularidade da oferta em períodos críticos de secas quanto amenizar picos de vazão em períodos de cheias. Cabe considerar a perspectiva de reservatórios de usos múltiplos e a sua adequada operação, para ampliar a capacidade adaptativa de territórios vulneráveis e garantir a continuidade de serviços ecossistêmicos e atividades produtivas. Além da identificação de lacunas territoriais de reservação estratégica de água, especialmente em regiões com alta variabilidade climática, é importante destacar que a reservação estratégica deve ser proposta sob um novo paradigma, no qual se contemplem critérios de justiça climática, considerando territórios, populações vulnerabilizadas e seus modos de vida, recuperação de áreas degradadas em sinergia com soluções baseadas na natureza, economia circular da água e instrumentos de gestão territorial e de recursos hídricos.

Portanto, entende-se que esse é um tema transversal, cujo debate deverá envolver todos os Planos Setoriais e Temáticos do Plano Clima Adaptação.

SEGURANÇA ENERGÉTICA – Ao afetar o balanço hídrico nas diferentes regiões do país, a mudança do clima impacta a segurança energética nacional. Em 2022, cerca de 62% da matriz elétrica brasileira era proveniente da geração hidráulica (EPE, 2023).

Por outro lado, na região Sul do país, existe uma tendência de aumento da disponibilidade hídrica em até 5% até 2040. No entanto, haverá maior imprevisibilidade e aumento da frequência de cheias e inundações, como vem ocorrendo na região nos últimos anos.

De acordo com estimativas desenvolvidas para a 4^a Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (Brasil, 2020), o efeito da mudança do clima nas vazões e na Energia Natural Afluente indica cenários de diminuição entre 6% e 41% da capacidade de geração hidrelétrica no Brasil.

Observa-se que o aumento da frequência e duração das secas; o aumento das temperaturas médias, máxima e mínima; a diminuição do regime de chuva anual, bem como o aumento e a frequência de ondas de calor são as principais ameaças climáticas relacionadas à segurança energética. Essas tendências de mudança do clima têm o potencial de impactar decisivamente a operação do SIN, aumentando seus custos e demandando maior flexibilização, com a adoção de outras fontes complementares, possivelmente a um custo maior de energia.

Em última instância, medidas voltadas à diminuição forçada da demanda de energia elétrica podem ser necessárias no país, reduzindo a pressão junto ao sistema. É importante destacar, no entanto, que tais medidas afetariam de forma distinta a sociedade, impactando sobremaneira às populações vulnerabilizadas e os segmentos de menor renda.

Outra vulnerabilidade identificada é a estagnação da capacidade de reservação hidroelétrica do país, uma vez que a política de geração oriunda de usinas hidrelétricas com reservatórios (considerada como energia firme) vem sendo descontinuada ao longo da última década. Paralelamente, observa-se o crescimento da utilização de fontes renováveis intermitentes (eólica e solar), que exigem complementariedade em momentos de ausência de produção. Nas recentes crises hídricas, a manutenção da segurança energética resultou, por exemplo, no acionamento alternativo de fontes não renováveis.

Adicionalmente, o aumento da temperatura implica o crescimento da demanda de energia elétrica para resfriamento em todo o país, em especial no Sudeste devido à concentração populacional. No entanto, essa demanda também é crítica no Norte, Nordeste e Centro-Oeste, que apresentam projeções de maior aumento de temperatura. Ademais, as altas temperaturas impactam ainda na redução da eficiência e maior demanda para a manutenção e o resfriamento de equipamentos, usinas e sistemas.

As infraestruturas de transmissão e distribuição de energia elétrica, que conectam as diferentes regiões e têm uma extensão elevada, estão se tornando mais expostas a eventos climáticos extremos em todo o país, com especial atenção às tempestades na região Sul.

A disponibilidade hídrica pode cair mais de 40% em regiões hidrográficas do Norte, Nordeste, Centro-Oeste e parte do Sudeste até 2040 (ANA, 2024).

Em relação à produção de biocombustíveis, a redução projetada de áreas de baixo risco agroclimático para soja (em torno de 80%) e cana-de-açúcar (mais de 30%) afeta a produção de biodiesel e etanol, respectivamente. Áreas com solo mais seco vão implicar maior necessidade de irrigação. Esse é um dos potenciais impactos para o setor energético que vai gerar possíveis conflitos de escolha (*trade-offs*) com outros setores e temas, uma vez que haverá redução na disponibilidade hídrica.

SEGURANÇA ALIMENTAR – A oferta de alimentos é afetada negativamente pela mudança do clima devido à redução de áreas aptas para produção agrícola, variando conforme o cultivo e podendo chegar a uma queda de até 80% das áreas aptas para produção agrícola, incluindo áreas disponíveis para cultivos mais sensíveis ao estresse hídrico em cenários mais pessimistas. Com maiores períodos de seca e variabilidade no regime pluviométrico, haverá maior necessidade de irrigação, sobretudo no Cerrado e na Caatinga. **Estima-se o aumento de 66% na demanda por irrigação até 2040 (ANA, 2021), exigindo compatibilização com outros usos da água.** Além disso, a intensificação de eventos extremos também pode exigir maior destinação de recursos financeiros para seguros agrícolas, além de reduzir os lucros do(a) produtor(a).

Na pesca e aquicultura, o aumento da temperatura da água superficial impacta diretamente a capacidade de sobrevida e reprodução dos peixes, bem como em outros processos biológicos dos ecossistemas aquáticos, como as alterações no pH da água, que afetam a disponibilidade de nutrientes. Essas mudanças poderão levar à migração de cardumes ou mesmo à sua mortandade, resultando na redução da produção (captura) em toda a faixa litorânea, rios e lagos, elevando o papel da aquicultura para assegurar a produção pesqueira e influenciando diretamente a segurança alimentar.

Em conjunto com os fatores climáticos, outros elementos afetam o panorama atual e futuro da segurança alimentar no país. O crescimento populacional e o consumo de alimentos *per capita*, somados ao êxodo rural de agricultores familiares, geram pressões sobre a cadeia produtiva de alimentos. Além disso, a predominância de um modelo produtivo baseado em commodities e o uso intensivo de insumos químicos têm reduzido a diversidade alimentar, impactando a qualidade das dietas e aumentando a dependência de ultraprocessados. Esse sistema também contribui para a degradação ambiental, a perda de biodiversidade e a pressão sobre recursos naturais (Brasil, 2014).

Nesse contexto, a região Norte apresenta vulnerabilidades associadas à produção de subsistência de comunidades tradicionais e aos conflitos fundiários. Além disso, o Sul e o Sudeste são caracterizados por ocupação, diversidade produtiva e uso da terra intensos, assim como alta demanda por alimentos. Ademais, o Centro-Oeste é a região onde se concentra a maior área irrigada do país. Por fim, o Nordeste detém 35% da área de agricultura familiar do país, com elevadas perdas devido a secas (Brasil, 2014).

A agricultura familiar, que responde por grande parte da produção de alimentos no Brasil, é um setor bastante vulnerável. Mais precisamente, os(as) agricultores(as) familiares são responsáveis por 60% do Valor Bruto da Produção (VBP) de hortícolas, por 48% da área colhida de feijão, 17% de milho e 16% de arroz, respondendo por 25%, 17% e 12% do VBP para estes alimentos, respectivamente (IBGE, 2019).

Em contrapartida, as famílias de agricultores e agricultoras se deparam com o desafio histórico e estrutural de acessar apenas 23% da totalidade da área destinada a atividades agropecuárias. Além disso, são mais vulneráveis à mudança do clima, o que pode comprometer a segurança alimentar brasileira, tendo em vista a grande representatividade desse segmento na produção de alimentos (Gomes *et al.*, 2024).

PERDAS DE TERRAS E FLUXOS MIGRATÓRIOS – A variabilidade climática e o avanço de áreas de desertificação afetam os agricultores e as agricultoras familiares com perdas de colheitas, meios de subsistência e o aumento no preço dos alimentos, o que pode exacerbar a migração ou o deslocamento para assentamentos urbanos precários e aumentar a pobreza (Olsson *et al.*, 2014). Os eventos de seca na região Nordeste poderão ser ainda mais frequentes com a mudança do clima (Marengo *et al.*, 2016; Cunha *et al.*, 2019), com o aumento de aridez e do déficit de chuvas, trazendo o risco de desertificação (Marengo; Bernasconi, 2015; Vieira *et al.*, 2015).

Nos cenários futuros, praticamente todos os estados nordestinos sofrerão com perda de terra propícia para agropecuária. Esses impactos poderiam incentivar novos fluxos migratórios ou de deslocamentos humanos internamente ou para outras regiões do país, com o esvaziamento e a sobrecarga de serviços e infraestruturas em algumas cidades. Também podem trazer como consequência a insegurança alimentar dos(as) brasileiros(as), uma vez que a região Nordeste responde por uma parcela significativa da produção de alimentos no país.

Nesse sentido, nota-se que as pressões da mudança no clima sobre a produção de alimentos impactam diretamente a disponibilidade, a oferta, o preço e a qualidade dos alimentos. A diminuição na disponibilidade e oferta de alimentos, somada ao aumento de preço, reduz o consumo de opções saudáveis e aumenta o de ultraprocessados. Essa transição para alimentos prejudiciais à saúde agrava a insegurança alimentar e nutricional da população, gerando todas as formas de má nutrição (desnutrição, obesidade e carências nutricionais), além do maior risco de desenvolvimento de doenças que sobrecarregam o sistema de saúde.

As populações socialmente vulnerabilizadas são as mais impactadas, exigindo ações que promovam justiça social e ambiental.

A vulnerabilidade é exacerbada pela desigualdade e pela marginalização ligadas, por exemplo, ao gênero, à etnia, aos baixos rendimentos, aos assentamentos informais, à deficiência, à idade e aos padrões históricos e contínuos de desigualdade, como o colonialismo, especialmente para muitos povos indígenas e comunidades locais (tradução nossa, IPCC, 2023, p.31).

O IPCC reconhece a influência histórica do colonialismo e sua relação com o processo de produção desigual em países e territórios. Estudos e publicações acadêmicas, a partir dos territórios, expõem essa relação de forma direta e elucidativa (Farhana, 2022; Louback, 2022), trazendo luz à gravidade da injustiça climática e à urgência em colocar o foco no combate às desigualdades e promover a adaptação de uma só vez (Pelling e Garschagen, 2019).

Em 2023, a insegurança alimentar estava presente em 21,6 milhões de domicílios, sendo 3,2 milhões em insegurança alimentar grave. Os dados também alertam para a necessidade de um olhar atento para as mulheres e pessoas negras, que chefiavam 59,4% e 49,7% dos domicílios com algum grau de insegurança alimentar, respectivamente. A maior parte desses domicílios (18,3 milhões) estavam localizados nas cidades, locais afetados frequentemente pelos desastres climáticos (IBGE, 2024).

Como agravante desta situação, o elevado volume de perdas e desperdícios de alimentos no país acarreta a alta nos custos e preços, o que afeta a disponibilidade e o acesso a esses bens, principalmente para as famílias de baixa renda ou que se encontram em extrema pobreza. Estima-se que as perdas ao longo das cadeias de produção e abastecimento variem entre 10% e 30%, chegando a 40% em alguns casos (IPEA, 2018).

Além de questões de gênero, cor, etnia e regiões, a vulnerabilidade etária também merece destaque. A mudança do clima representa um risco significativo para a educação de crianças, adolescentes e jovens, especialmente para aqueles(as) em situação de vulnerabilidade. No Brasil, mais de 370 mil crianças estudam em escolas localizadas em áreas suscetíveis a eventos climáticos extremos, como inundações, enxurradas e deslizamentos, sendo a exposição ao risco maior em escolas públicas do que em particulares, estando quase 90% dessas escolas próximas a favelas e comunidades urbanas. Além disso, há um recorte racial expressivo. Mais da metade das escolas em áreas de risco atendem predominantemente crianças e adolescentes negros (Alana, 2024).

INFRAESTRUTURAS CRÍTICAS – Parte das infraestruturas críticas no país, como as relacionadas à oferta de água, à produção e distribuição de alimentos, à geração e à transmissão de energia elétrica, bem como aos sistemas rodoviário e portuário, já apresentam vulnerabilidades ao clima atual, por baixos níveis de eficiência e/ou manutenção precária (IIS, 2019).

Dadas as elevadas distâncias no território brasileiro, o aumento da ocorrência de eventos climáticos extremos pode impactar infraestruturas de diversos sistemas, tais quais os de energia e de transportes, representando maior risco de interrupção no fornecimento de insumos, serviços e alimentos, além de provocar efeitos sistêmicos e em cascata. Por exemplo, o não planejamento ou ausência de infraestruturas resilientes nas diversas vias que conectam cidades e regiões intensificam a dificuldade de deslocamentos em massa de comunidades quando fortemente impactadas pelos eventos climáticos extremos.

Não agir implica elevados custos socioeconômicos, especialmente à medida que os impactos relacionados ao clima vêm se intensificando no Brasil, levando a cenários futuros de agravamento. Essas repercussões negativas afetam de forma direta a vida das pessoas e os ecossistemas, bem como setores-chave da economia do país. Os prejuízos da mudança do clima na economia são mais prováveis em países em desenvolvimento, com sistemas de infraestrutura fragilizados, populações vulnerabilizadas e menos recursos para enfrentar e se adaptar a eventos climáticos extremos (IPCC, 2022).

O CUSTO DA INAÇÃO

Estima-se que o custo da inação possa resultar, até 2050, em uma perda de R\$ 17,1 trilhões no Produto Interno Bruto (PIB) e na eliminação de aproximadamente 4,4 milhões de empregos no Brasil.

O Estudo Estratégico sobre Impactos Econômicos da Mudança do Clima no Brasil, elaborado no âmbito da Estratégia Brasil 2050 (Brasil, 2025), utilizou modelos econômicos de equilíbrio geral computável (EGC, da sigla em inglês) e modelos de avaliação integrada (IAM, da sigla em inglês) para estimar os custos da inação climática para a economia brasileira. A análise foi conduzida em diferentes níveis de desagregação: nacional, macrorregional e das 27 unidades federativas. Os resultados apontam para **uma redução significativa nos níveis de atividade econômica, emprego, produtividade**, entre outros indicadores, além de um expressivo **agravamento das disparidades regionais** diante dos impactos da mudança do clima.

Os impactos econômicos foram projetados com base em diferentes níveis de aquecimento global até o final do século. No cenário 4 °C, considera-se a ausência de esforços adicionais de redução de emissões. Já o cenário 1,5 °C pressupõe ações climáticas ambiciosas e coordenadas globalmente, com redução acelerada das emissões. A diferença entre os indicadores projetados para esses cenários representa o custo da inação. Isto é, os danos econômicos associados à ausência de resposta efetiva à mudança do clima, permitindo que o aquecimento global atinja níveis críticos, como o aumento de 4 °C projetado até o final do século.

A perda acumulada no PIB da economia brasileira até 2050, em decorrência da inação climática, corresponde a 146% do PIB nacional registrado em 2024. As regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste seriam as mais impactadas, com custos cumulativos de inação equivalentes a 126%, 97% e 96% do PIB projetado para 2050, respectivamente.

O impacto da inação climática sobre empregos nas macrorregiões ampliará as desigualdades regionais no país, o que, segundo a tendência de movimentos demográficos decorrentes da perda de emprego, deverá acentuar a migração rural-urbana para grandes cidades, sobretudo localizadas na região Sudeste. No comparativo entre os cenários 4 °C e 1,5 °C, as macrorregiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste seriam as mais impactadas, com custo de inação de 7%, 5% e 4% do total de postos de trabalho projetados para 2050, respectivamente.

Em síntese, **os custos da inação superam, de forma expressiva, os custos associados à ação. A urgência é evidente. A janela de oportunidade que permite evitar graves perdas econômicas, sociais e ambientais, garantindo um futuro habitável e sustentável, está se estreitando rapidamente.** Nesse contexto, destaca-se o papel crucial do Plano Clima, que, por meio da estratégia nacional e dos Planos Setoriais e Temáticos de adaptação, oferece diretrizes para a mobilização coordenada de toda a sociedade na construção de uma resposta eficaz à crise climática.

Riscos e vulnerabilidades relacionados a desastres, saúde e ecossistemas

DESASTRES – Houve um agravamento dos desastres relacionados aos processos climáticos e geo-hidrológicos¹¹ nas últimas décadas no país (CEPED, 2019), conforme as informações e dados disponíveis no Atlas Digital de Desastres no Brasil (Brasil, 2025). A intensificação de eventos climáticos extremos, se combinada a aspectos de vulnerabilidade e exposição, causa crescentes danos humanos (mortos, feridos, enfermos, pessoas desabrigadas, desalojadas, isoladas, desaparecidas ou afetadas), danos materiais e ambientais, assim como elevados prejuízos sociais e econômicos, alterando as relações, a segurança e o bem-estar de comunidades.

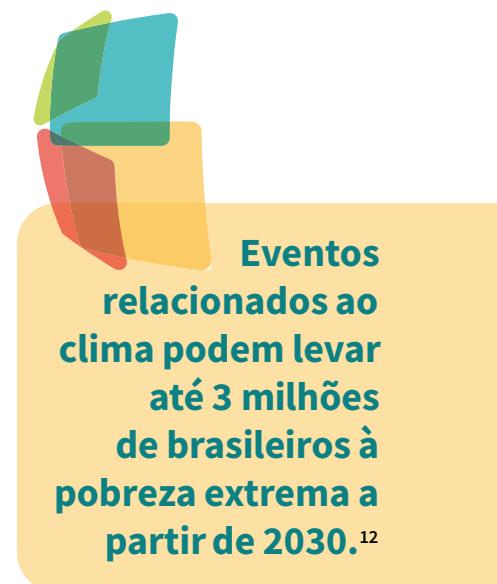
O aumento na frequência e magnitude de extremos climáticos interage com as dimensões estruturais de vulnerabilidade e com o nível de capacidade institucional dos atores governamentais para lidar com a mudança do clima. Há um conjunto de condições que compõem a vulnerabilidade e precisam ser considerados pelas políticas públicas, entre as principais, estão as desigualdades socioeconômicas, a pobreza, o acesso desigual aos serviços básicos (como saúde e educação) e à infraestrutura (habitação, saneamento, segregação socioespacial etc.).

Esses recortes vão se entrelaçar com as fragilidades relativas a gênero, raça, etnia, idade, nacionalidade e mobilidade, vivenciados por segmentos sociais, como mulheres, pessoas negras, povos indígenas, comunidades tradicionais, crianças e adolescentes, pessoas idosas, pessoas com deficiência, pessoas refugiadas ou migrantes internacionais, entre outros. A exposição da população é maior em áreas de densidade demográfica elevada, com destaque para os centros urbanos onde as populações mais marginalizadas e em situação de pobreza encontram-se em maior risco.

Ressalta-se que a complexidade na interação desses múltiplos fatores afeta a capacidade institucional dos atores governamentais para lidar com a mudança do clima. No contexto da América Latina, adiciona-se a problemática da corrupção na gestão dos desastres, devido à destinação de grandes fluxos monetários, desespero emergencial, dificuldade de acompanhamento da utilização dos recursos, entre outros (Lacerda *et al.*, 2024).

Projeções indicam que as chuvas fortes e/ou prolongadas, as quais causam os movimentos de massa e deslizamentos, tendem a aumentar ainda mais no Sul e no Sudeste, principalmente na zona costeira onde se concentra grande parte das capitais e da população do país. Tal incremento nas chuvas intensas resulta na maior ocorrência de inundações, enxurradas e alagamentos, impactos fortemente associados às fragilidades da política urbana e aos padrões atuais de desenvolvimento urbano, caracterizados por uma urbanização precária e desordenada.

Na zona costeira, esses eventos podem ser potencializados pelas sobre-elevações do nível do mar, como as marés de tempestade. As áreas críticas a eventos de inundações e deslizamentos se concentram nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul. Ademais, a geração e disposição



¹¹ Elencados na Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade). Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protecao-e-defesa-civil-sedec/DOCU_cobrade2.pdf. Acesso em: 01 out. 2024.

¹² Fonte: BM, 2023.

incorreta dos resíduos sólidos urbanos, em conjunto com a deficiência histórica nos sistemas de drenagem, também contribuem para o agravamento dos desastres, como as inundações e alagamentos.

SAÚDE – A elevação da temperatura, as ondas de calor e os eventos extremos de precipitação (Campbell-Lendrumand; Woodruff, 2007) podem intensificar a incidência de doenças infecciosas, como as de veiculação hídrica (e.g. leptospirose), porque tais eventos geram modificações no ambiente, como alterações nos ecossistemas e nos ciclos biológicos, hidrológicos e geográficos. Essas doenças são associadas a fatores urbanos e socioterritoriais, tais como aglomeração populacional de baixa renda, condições inadequadas de saneamento e infestação de transmissores de doenças, que também são agravados pela mudança do clima. Nesse contexto, as projeções indicam aumento da incidência de diarreia infantil na região Norte e no semiárido nordestino, locais caracterizados por baixas coberturas de saneamento básico.

Além disso, projeta-se a alteração na distribuição de doenças transmitidas por vetores, em especial a dengue, a febre amarela, a leishmaniose visceral e a malária, já que o clima influencia seus respectivos ciclos de transmissão. O aumento da temperatura, a ocorrência de secas prolongadas e chuvas intensas, conjuntamente com a falta de saneamento básico, podem contribuir para a expansão geográfica e sazonal dessas doenças, inclusive com a introdução de novas arboviroses (IPCC, 2014).

Projeções indicam que as áreas de alta adequabilidade climática para a dengue permanecem predominantes na maioria dos estados do Nordeste, com um aumento da distribuição potencial na extensão da faixa litorânea em direção à Bahia e ao Espírito Santo. Para a febre amarela, a área adequada aumentará expressivamente nos cenários futuros, especialmente nas regiões Centro-Oeste e Norte.

Conforme aumenta o nível do aquecimento global, maior será o número de óbitos e internações atribuíveis à temperatura. **Estima-se que capitais das regiões Norte e Nordeste, além de algumas do Sudeste, terão mais de 90% dos dias no ano em condição crítica, em um cenário mais pessimista.** Considerando os riscos de morte por doenças cardiovasculares decorrentes de estresse térmico (WBGT > 28 °C),¹³ cenários futuros de mudança do clima indicam um maior número de óbitos, mas os impactos diferem conforme a localidade e as características dos desfechos avaliados.

Destaca-se que alguns grupos populacionais são mais afetados por doenças cardiovasculares causadas por ondas de calor, como crianças, idosos, mulheres, pessoas não brancas e menos escolarizadas, enfatizando a importância da redução das desigualdades sociais (Monteiro Dos Santos *et al.*, 2024; Sousa *et al.*, 2018). Por exemplo, cenários futuros apontam para o aumento de doenças respiratórias e cardiovasculares na população idosa, assim como um aumento na taxa anual de mortalidade desse grupo, que varia entre 95 e 149 mortes por 100 mil habitantes, em média. As altas temperaturas geram maior número de óbitos e internações por doenças respiratórias, sendo essa situação crítica nas regiões Norte, Sudeste e Sul do Brasil. Além disso, cabe destacar que o estresse térmico é especialmente grave para crianças na primeira infância, visto que elas têm sua saúde e seu desenvolvimento severamente impactados (NCPI, 2024).

¹³“Temperatura de bulbo úmido” (*Wet-Bulb Globe Temperature*, WBGT, na sigla em inglês), que representa a exposição a condições climáticas que influenciam a capacidade do corpo de manter a termorregulação, ou seja, a exposição ao calor que implique estresse térmico (WBGT ≥ 28 °C).

Quanto às populações não brancas, pretas e pardas, há uma omissão histórica por parte dos estados na construção de políticas públicas que priorizem o direito dessas populações, efetivando a justiça ambiental e racial, levando à falta de proteção e apoio governamental em momentos de crise climática (Costa, 2023; Dias, 2023). Outra questão relevante é a inexistência de alguns dados importantes para subsidiar a definição da agenda política. Por exemplo, a falta de dados estratificados por raça em ocorrência de doenças cardiovasculares durante episódios de ondas de calor é, em média, de 10% nas regiões metropolitanas brasileiras, indicando uma possível subnotificação que pode afetar a compreensão da vulnerabilidade racial (Monteiro Dos Santos *et al.*, 2024).

BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS – A biodiversidade brasileira representa de 10% a 20% da diversidade global de espécies (Motta, 2015) e compreende cerca de 30% das florestas tropicais do mundo (Myers *et al.*, 2000). Diversos fatores vêm causando pressão sobre os ecossistemas e a perda da biodiversidade, como mudanças na terra, crescimento populacional, alteração em padrões de consumo e tecnológicos, além de atividades socioeconômicas.

Com a mudança do clima, as espécies de animais, plantas e outras formas de vida deverão ser impactadas de diferentes maneiras em decorrência de alterações na distribuição geográfica (Zhang *et al.*, 2017), na abundância (Mair *et al.*, 2014) e no ciclo de vida (Silva, 2018b). Cenários indicam alterações na adequabilidade climática dos ecossistemas em todos os biomas, com perda de biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos gerados pela natureza, tais como a oferta de água potável, a polinização, os recursos alimentares e medicinais, a fertilidade do solo, a qualidade do ar, o turismo, entre muitos outros.

Além disso, a mudança climática atinge toda a humanidade, mas, em especial, afeta comunidades tradicionais, povos indígenas e produtores(as) familiares. Essas populações dependem diretamente da integridade dos ambientes naturais e dos seus serviços ecossistêmicos, o que torna esses grupos altamente vulneráveis aos impactos da degradação ambiental e da mudança do clima.

Nesse contexto, a **Amazônia** apresenta alta vulnerabilidade, pois a perda de resiliência, provocada pela mudança do clima, pode ser agravada diante de mudanças no uso da terra, como o desmatamento, da ocorrência de incêndios e da urbanização não planejada. Nesse contexto, cenários futuros indicam aumento da mortalidade de árvores, redução da biomassa florestal e maior incidência de episódios de incêndio, que agravam a perda de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos (Anjos; Toledo, 2018; Ometto *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2018).

Adicionalmente, o **Cerrado** é um dos *hotspots* de biodiversidade do planeta, locais que abrigam milhares de espécies que só existem ali, chamadas de endêmicas, e que estão entre as áreas naturais mais ameaçadas pela perda de vegetação nativa. Com relação a isso, projeções indicam grande perda de espécies de plantas e animais endêmicos, apesar da expansão de parte das características do Cerrado para outras regiões, porém com empobrecimento ecológico. O bioma enfrenta alta demanda para agricultura e pecuária, e tem baixa cobertura de áreas protegidas. É esperado um aumento de dias de perigo crítico de fogo de 20% para 32% ao final do século no Brasil que pode afetar sobretudo esse bioma.

Ademais, no **Pantanal**, os cenários indicam aumento de secas excepcionais que afetam os pulsos de inundação, que são ciclos naturais da água, essenciais para a manutenção da vida na maior área úmida continental do planeta, tornando o Pantanal mais vulnerável aos incêndios. Além dessas ameaças, esse bioma é particularmente afetado pela redução dos ecossistemas do Cerrado, que têm papel relevante no pulso hídrico do Pantanal (Marques & Rodriguez, 2022).

Nesse contexto, na **Caatinga**, a faixa de adequabilidade climática é bem estreita, com uma tendência maior ao processo de aridização que, em conjunto com a degradação ambiental, pode levar a uma expansão de áreas de desertificação. Além disso, em cenários de mudança do clima, pode ocorrer uma expansão do bioma Caatinga para a zona costeira, regiões Sudeste e Centro-Oeste do país, sobre os biomas Mata Atlântica e Cerrado.

A alta fragmentação da **Mata Atlântica** diminui sua capacidade adaptativa, visto que esse bioma é um *hotspot* de biodiversidade, porém afetado com a alta densidade populacional, baixa cobertura vegetal original (14% remanescente) e de áreas protegidas. Com relação às mudanças nesse bioma, nota-se que a urbanização ao longo da zona costeira brasileira, onde vive cerca de 25% da população, tem sido o grande vetor da perda de vegetação nativa e de serviços ecossistêmicos. Quanto ao **Pampa**, o bioma perde adequabilidade climática em todos os cenários, com expansão para outras áreas ocupadas pelo Cerrado, porém com perda de biodiversidade, comprometendo a funcionalidade e a provisão de seus serviços ecossistêmicos.

Por fim, na **zona costeira e no oceano**, as fragilidades da política urbana para direcionar os padrões de desenvolvimento das cidades em atendimento aos critérios de sustentabilidade geram impactos como a contaminação e a perda de ecossistemas e seus serviços ecossistêmicos, fato acentuado pela falta ou inadequação do planejamento da infraestrutura das cidades, da expansão urbana e do turismo. A sobrepeca e a pesca ilegal também são fatores de pressão sobre os estoques pesqueiros (Scherer *et al.*, 2024).

Outras atividades, como a exploração de óleo e gás, também podem vir a impactar os ambientes costeiros e marinhos. A consequente perda de serviços ecossistêmicos de provisão, de suporte, de regulação e/ou culturais, como a oferta de alimentos, a captura de CO₂, a proteção contra as marés, o turismo e a recreação entre outros, afetam o bem-estar humano e as atividades socioeconômicas na zona costeira e oceano (Bustamante; Metzger *et al.*, 2019).

Assim, percebe-se que a mudança do clima gera pressões adicionais sobre as cidades e os ecossistemas costeiros e marinhos, comprometendo os serviços ecossistêmicos, por exemplo, aqueles que beneficiam o setor pesqueiro, além de levar a impactos nas regiões portuárias, sobretudo no transporte marítimo e fluvial. Ademais, modificações na qualidade da água também são esperadas, em função do aumento da temperatura e acidificação, além da saturação e da salinização das bacias que deságuam no litoral (Alfredini *et al.*, 2013; Harari; França; Camargo, 2007; Marengo *et al.*, 2018c). Pode-se afirmar ainda que, a partir de 2 °C de aquecimento global, os ambientes de recifes de corais e algas calcárias estão sob risco de desaparecimento (Roy *et al.*, 2018).

Além disso, os efeitos da mudança do clima tendem a agravar inundações e processos erosivos oriundos da elevação do nível do mar e de eventos extremos (Copertino *et al.*, 2017). Assim, as áreas em cotas topográficas mais baixas em toda a orla estão mais expostas a eventos de inundaçao costeira, em particular, nos estados das regiões Sul e Sudeste, onde há maior influência de sistemas frontais e amplitude das marés meteorológicas. Já na região Norte, as marés têm maior influência astronômica, afetando toda a planície costeira e linha de costa.

No que se refere à salinização, as localidades mais afetadas serão as planícies costeiras, nas quais o aporte de água do mar pode ter efeitos na extensão da cunha salina, prejudicando o uso da água nas cidades e para fins de irrigação de culturas, de aquicultura/maricultura ou mesmo industrial, além de afetar a estrutura e distribuição da vegetação nativa.

A Constituição Federal de 1988 inaugurou um capítulo específico sobre a política de desenvolvimento urbano, ao mesmo tempo em que instituiu a descentralização de competências sobre o tema.

A vulnerabilidade dos entes subnacionais aumenta em função de sua baixa capacidade adaptativa.

Nesse contexto, foi atribuída a todos os municípios a mesma responsabilidade e autonomia na implementação das políticas urbanas, em que pese os desequilíbrios em relação aos recursos técnicos e financeiros e de forças políticas e econômicas no território. A consequência disso vem sendo a produção de desigualdades exacerbada no território, face à ausência de infraestrutura adequada, à concentração da pobreza e à lógica de distribuição desigual dos ônus e dos bônus urbanos e ambientais. Todos esses fatores agravam a vulnerabilidade das comunidades urbanas, especialmente das mais periféricas (Paz, Menezes, Branco *et al.*, 2022).

Vale ressaltar que a América Latina figura como uma das regiões mais vulneráveis aos impactos da mudança do clima. Pela sua localização e diversidade em termos de clima, ecossistemas, perfil econômico, distribuição populacional e tradições culturais, essa região está exposta a eventos climáticos sobrepostos e apresenta diferentes capacidades adaptativas entre os países (IPCC, 2007), sendo que o contexto brasileiro reflete, em certa medida, o conjunto de desafios e circunstâncias regionais. Nesse sentido, a adaptação também pode ser considerada um esforço coletivo em que experiências e estratégias de aumento de resiliência podem ser compartilhadas entre os países. O Plano Clima emerge, portanto, como mais uma plataforma de diálogo e cooperação internacional com vistas ao fortalecimento da região.

4. Princípios Gerais do Plano Clima

Os Princípios Gerais representam os valores sobre os quais o Plano Clima foi construído, guiando fundamentalmente a elaboração dos elementos que o constituem em forma, conteúdo e propósito. Esses princípios foram eleitos com base nos preceitos constitucionais e em compromissos internacionais que refletem a importância de uma resposta abrangente e integrada à mudança do clima.

Assim, o Plano Clima, como desdobramento da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), se fundamenta nos preceitos da **Constituição Federal do Brasil**, particularmente nos artigos 1º ao 4º, que estabelecem os princípios fundamentais da República Federativa do Brasil; nos direitos individuais e coletivos, definidos em seu artigo 5º; nos direitos sociais, previstos entre os artigos 6º e 11º; e no artigo 225, peça central do arcabouço jurídico ambiental, que consagra o direito de todos(as) ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, atribuindo ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Adicionalmente, o artigo 227 alcança o público prioritário da proteção constitucional ao meio ambiente, notadamente crianças e adolescentes, e o artigo 231 reconhece os direitos originários dos povos indígenas. Todos esses pontos são orientadores e indissociáveis do Estado Democrático de Direito, que zela pela garantia dos direitos dos cidadãos e das cidadãs e da participação popular, contemplada no processo transparente e colaborativo com a sociedade para a construção do Plano Clima.

Além disso, o Plano Clima é guiado por princípios reconhecidos internacionalmente, oriundos de acordos multilaterais que o Brasil ratificou. São referências essenciais:

- a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992;
- a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC, ou United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC, na sigla em inglês) e seu Acordo de Paris;
- a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB, ou Convention on Biological Diversity – CBD);
- a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (CNUCD, ou United Nations Convention to Combat Desertification – UNCCD);
- Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030; e
- a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, com seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Diante da realidade nacional, que apresenta disparidades socioeconômicas históricas, reconhece-se a importância do ODS 18 assumido pelo Brasil, que aborda a igualdade étnico-racial. Essa abordagem está presente na perspectiva de justiça climática, na qual se inclui o enfrentamento do racismo ambiental, um dos temas transversais orientadores desse documento.

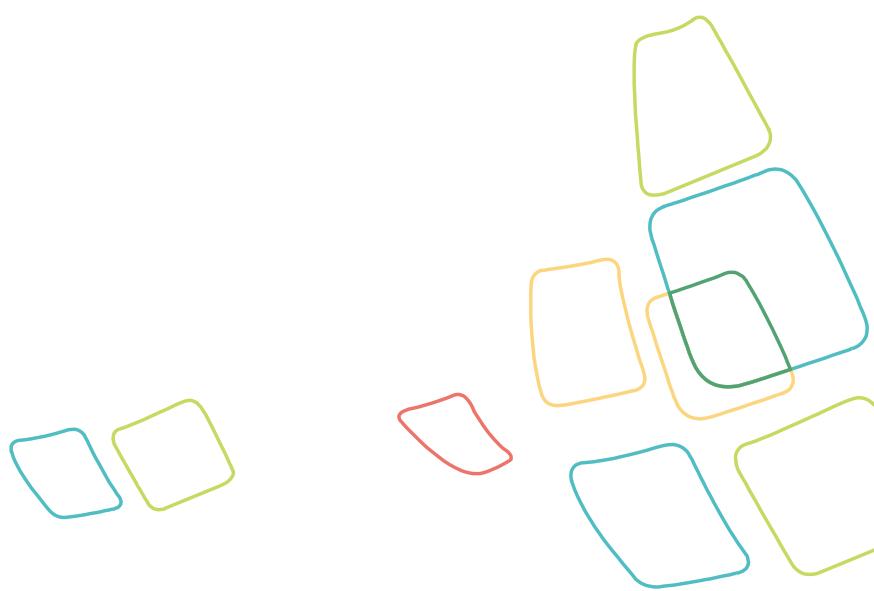
A agenda da adaptação é ainda orientada por compromissos climáticos que o Brasil assumiu internacionalmente, a exemplo da Declaração sobre Clima e Saúde; da Declaração sobre Agricultura Sustentável, Sistemas Alimentares Resilientes e Ação Climática, como colíder da Aliança dos Campeões para a Transformação dos Sistemas Alimentares e também dos compromissos assumidos durante a presidência brasileira do G20, em 2024. Neste último, o Brasil assinou a Declaração Ministerial sobre Mudança Climática, Saúde e Equidade; a Declaração Uma Só Saúde e a Declaração do Rio de Janeiro de Ministros da Saúde do G20.

Essa agenda também se alinha aos compromissos da Nova Agenda Urbana, que reconhece o papel estratégico das cidades na promoção da resiliência climática, da justiça social e do desenvolvimento urbano sustentável. Por fim, incorpora diretrizes internacionais de direitos humanos, como as estabelecidas pelo Comitê sobre os Direitos da Criança das Nações Unidas, que orienta os Estados a adotarem medidas inclusivas de adaptação climática com foco em crianças e adolescentes.

Esses diversos instrumentos formam o alicerce de princípios dos quais destacam-se: **a precaução, a prevenção, a cooperação internacional, a promoção do desenvolvimento sustentável, a participação cidadã, a equidade e as responsabilidades comuns, porém diferenciadas.**

Com base nessa fundamentação, a Estratégia Nacional de Adaptação à Mudança do Clima, conforme estabelecido pela **Lei nº 14.904, de 27 de junho de 2024**, e pela **Resolução nº 3/2023 do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima**, define diretrizes claras para a elaboração de planos de adaptação setoriais e temáticos em nível nacional, além de planos estaduais e municipais. Os princípios, as diretrizes, a visão e os objetivos dessa Estratégia não apenas orientam a elaboração desses planos, mas também garantem a **integração das ações de adaptação** aos planos de ação climática em nível subnacional, assegurando uma resposta coesa e eficaz aos desafios climáticos.

É importante ressaltar que a **Estratégia Nacional de Adaptação tem como premissa contribuir para a redução dos riscos climáticos, minimizando perdas e danos**. Ao passo que diretrizes específicas para responder a perdas e danos (econômicas e extraeconômicas), quando as medidas de adaptação já não são suficientes, estão sob a égide da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil.



5. Diretrizes, visão e objetivos

O Plano Clima Adaptação possui um horizonte temporal de doze anos, devendo subsidiar a formulação de três ciclos do Plano Plurianual (PPA): PPA 2024-2027, PPA 2028-2031 e PPA 2032-2035, e dos três ciclos de revisão da NDC, para os anos de 2025, 2030 e 2035. Não obstante, cabe a compreensão da adaptação como um processo iterativo, cílico e contínuo, que deve considerar o contexto atual e os cenários de longo prazo para além do horizonte de vigência do Plano. As ações de adaptação têm diferentes tempos de implementação e de manifestação de seus efeitos, sendo importante coordenar essas diferentes perspectivas temporais.

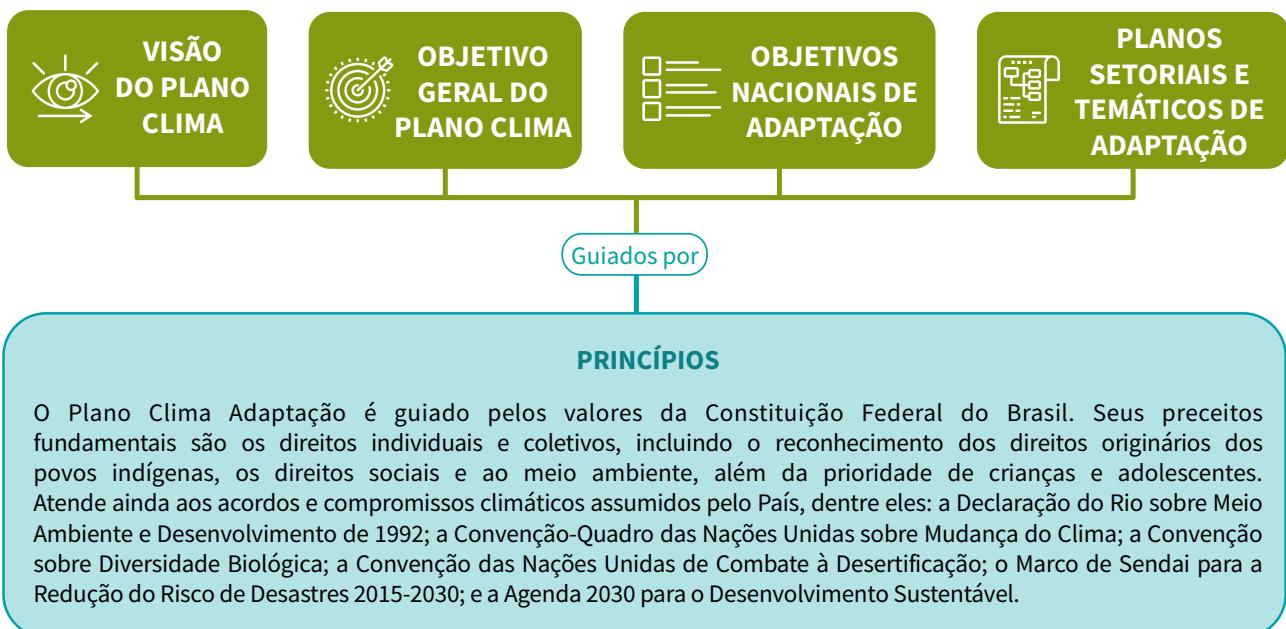
Dessa forma, a coerência e a integração entre políticas públicas são fundamentais para a adaptação. Diante da existência de limites para a redução ou eliminação de riscos, a efetividade das ações depende do aproveitamento de sinergias, bem como do gerenciamento de eventuais conflitos de escolha para que se possa ampliar as alternativas de adaptação viáveis. Esse Plano, portanto, baseia-se na **intersetorialidade** e na **integração multinível**, da mesma forma que aplica abordagens metodológicas e conceituais coesas entre si.

5.1. Diretrizes

Para a efetiva execução do Plano Clima Adaptação, estabelecem-se como diretrizes para o delineamento e a implementação de ações de adaptação nos níveis federal, estadual e municipal:

1. promoção do desenvolvimento sustentável nas suas múltiplas dimensões, considerando setores e temas estratégicos para o país, tendo em vista a redução de desigualdades, a equidade e a transição justa;
2. promoção da justiça climática com base em suas dimensões de gênero, raça, etnia, idade, classe social, origem geográfica e demais fatores que influenciam a vulnerabilidade;
3. promoção da proteção, conservação e preservação ambiental, orientadas pelos princípios da precaução e prevenção;
4. governança multinível e transversal, tendo em vista a coerência, a sinergia e a complementaridade entre estratégias, considerando as especificidades territoriais;
5. promoção da transparência e dos processos participativos com a sociedade, em todo o ciclo iterativo da adaptação;
6. integração da adaptação em políticas, programas e projetos que possam ser afetados pela mudança do clima, contemplando iniciativas estruturantes e incluindo a perspectiva de longo prazo;

7. fortalecimento de capacidades institucionais nos diferentes níveis governamentais, incluindo aquelas necessárias para o acesso a fontes de financiamento e meios de implementação para medidas de adaptação apropriadas a cada contexto;
8. promoção de cobenefícios entre a adaptação e a mitigação das emissões de GEE;
9. adoção do melhor conhecimento disponível, com base na ciência, nas boas práticas setoriais e da sociedade, no conhecimento tradicional e demais fontes consideradas apropriadas;
10. integração de ações incrementais e transformacionais, baseada na compreensão de riscos relacionados ao clima e seus múltiplos fatores condicionantes, com diferentes horizontes temporais e escalas de execução;
11. promoção da sensibilização e da conscientização pública sobre a mudança do clima, suas causas, consequências e abordagens para redução dos riscos;
12. adoção da abordagem de Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE), reconhecendo seu potencial de redução de riscos climáticos e vulnerabilidades de forma sistêmica, flexível, socialmente justa e custo-efetiva, e benefícios para os esforços de mitigação, simultaneamente; e
13. garantia da flexibilidade e adaptabilidade das estratégias, com revisões do Plano e mudanças de contexto, a fim de incorporar atualizações de informações e conhecimentos gerados, assim como lições aprendidas.



DIRETRIZES DE ADAPTAÇÃO

-  1. Promoção do desenvolvimento sustentável nas suas múltiplas dimensões, considerando setores e temas estratégicos para o país, tendo em vista a redução de desigualdades, a equidade e a transição justa.
-  2. Promoção da justiça climática com base em suas dimensões de gênero, raça, etnia, idade, classe social, origem geográfica e demais fatores que influenciam a vulnerabilidade.
-  3. Promoção da proteção, conservação e preservação ambiental, orientadas pelos princípios da precaução e prevenção.
-  4. Governança multinível e transversal, tendo em vista a coerência, a sinergia e a complementaridade entre estratégias, considerando as especificidades territoriais.
-  5. Promoção da transparência e dos processos participativos com a sociedade, em todo o ciclo iterativo da adaptação.
-  6. Integração da adaptação em políticas, programas e projetos que possam ser afetados pela mudança do clima, contemplando iniciativas estruturantes e incluindo a perspectiva de longo prazo.
-  7. Fortalecimento de capacidades institucionais nos diferentes níveis governamentais, incluindo aquelas necessárias para o acesso a fontes de financiamento e meios de implementação para medidas de adaptação apropriadas a cada contexto.
-  8. Promoção de cobenefícios entre a adaptação e a mitigação das emissões de GEE.
-  9. Adoção do melhor conhecimento disponível, com base na ciência, nas boas práticas setoriais e da sociedade, no conhecimento tradicional e demais fontes consideradas apropriadas.
-  10. Integração de ações incrementais e transformacionais, baseada na compreensão de riscos relacionados ao clima e seus múltiplos fatores condicionantes, com diferentes horizontes temporais e escalas de execução.
-  11. Promoção da sensibilização e da conscientização pública sobre a mudança do clima, suas causas, consequências e abordagens para redução dos riscos.
-  12. Adoção da abordagem de Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE), reconhecendo seu potencial de redução de riscos climáticos e vulnerabilidades de forma sistêmica, flexível, socialmente justa e custo-efetiva, e benefícios para os esforços de mitigação, simultaneamente.
-  13. Garantia da flexibilidade e adaptabilidade das estratégias, com revisões do Plano e mudanças de contexto, a fim de incorporar atualizações de informações e conhecimentos gerados, assim como lições aprendidas.

No planejamento da adaptação, em especial nos níveis local e regional, orienta-se que seja promovida a integração da perspectiva climática aos instrumentos de planejamento territorial e orçamentário, a fim de garantir uma resposta eficaz e contextualizada, bem como a previsão de recursos para implementação das ações. No âmbito do planejamento territorial, é fundamental que a adaptação seja incorporada aos principais instrumentos. Entre eles, destacam-se:

- o Plano Diretor (PD);
- o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDU);
- o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE);
- o Zoneamento Costeiro;
- os Planos de Bacias Hidrográficas; e
- a Política Nacional de Ordenamento Territorial (PNOT).

Esses instrumentos são cruciais para direcionar o uso e a ocupação do solo, determinando áreas de expansão urbana, zonas de proteção ambiental e locais mais vulneráveis a riscos climáticos. Ao incorporar a adaptação nesses planos, assegura-se que o desenvolvimento local considere as vulnerabilidades climáticas específicas de cada região, promovendo um ordenamento territorial mais resiliente e sustentável.

Além disso, é igualmente indispensável que a adaptação seja incluída nos instrumentos de planejamento orçamentário, como o Plano Plurianual (PPA), a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e a Lei Orçamentária Anual (LOA). Diante disso, a alocação de recursos adequados para ações de adaptação, como aquelas previstas nos Planos Setoriais e Temáticos, garantirá que as estratégias desenvolvidas sejam viáveis e implementáveis, assegurando que os governos tenham os meios necessários para executar as ações planejadas. Nesse sentido, destaca-se a iniciativa de elaboração e monitoramento da Agenda Transversal Ambiental, que reúne os principais atributos do PPA e ações orçamentárias relacionadas à questão ambiental, com ênfase na dimensão “Enfrentamento da emergência climática, gestão de riscos e de desastres”, que abrange as ações do governo federal de adaptação e mitigação atualmente em curso.

O desafio da adaptação à mudança do clima, no entanto, vai além da simples integração dos riscos climáticos às políticas públicas, na medida em que ele demanda uma transição para modelos de desenvolvimento mais equitativos, ambientalmente sustentáveis e inclusivos. Nesse sentido, no âmbito do Plano Clima, a Estratégia Nacional de Adaptação compartilha com a Estratégia Nacional de Mitigação dos mesmos princípios, visão e objetivo geral, além de preconizar a combinação de ações incrementais e transformadoras em diferentes escalas de governança. Essa integração garante a coerência e a sinergia entre as abordagens de adaptação e mitigação, promovendo uma resposta abrangente e unificada aos desafios climáticos.

5.2. Visão

O Plano Clima coloca o Brasil na trajetória de se tornar um país sustentável, resiliente, seguro, justo e próspero, com os governos, a sociedade civil, o setor privado e a comunidade científica conscientes, engajados e atuando de forma integrada diante da mudança do clima.

5.3. Objetivo geral

O objetivo geral do Plano Clima é orientar, promover, implementar e monitorar ações coordenadas que visem à transição para uma economia com emissões líquidas zero de gases de efeito estufa até 2050 e à adaptação de sistemas humanos e naturais à mudança do clima, por meio de estratégias de curto, médio e longo prazo, à luz do desenvolvimento sustentável e da justiça climática.

5.4. Objetivos nacionais de adaptação

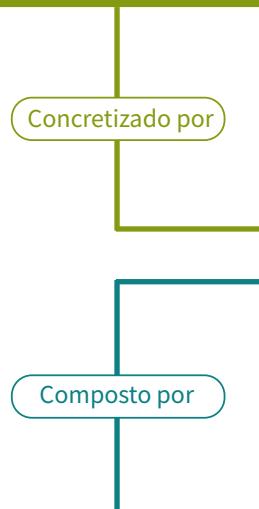
Os objetivos nacionais refletem a integração entre as necessidades e prioridades locais e os compromissos globais, ressaltando que a adaptação à mudança climática envolve tanto ações específicas no contexto nacional quanto a contribuição para metas globais mais amplas. São eles:

1. aumentar a resiliência das populações, das cidades, dos territórios e das infraestruturas frente à emergência climática;
2. promover a produção sustentável e resiliente e o acesso regular da população a alimentos saudáveis, em qualidade e quantidade adequadas;
3. promover a segurança hídrica, disponibilizando água em qualidade e quantidade suficientes para os usos múltiplos, como abastecimento, produção, energia e ecossistemas;
4. proteger, conservar, restaurar e fortalecer ecossistemas e a biodiversidade, e assegurar o provimento dos serviços ecossistêmicos;
5. promover, proteger e recuperar a saúde e o bem-estar das populações, respeitando os modos de vida dos povos e comunidades tradicionais;
6. garantir a segurança energética, de forma sustentável e acessível;
7. promover o desenvolvimento socioeconômico e a redução das desigualdades;
8. proteger o patrimônio cultural e preservar práticas culturais e locais de patrimônio, frente aos riscos relacionados à mudança do clima; e
9. fortalecer o papel vital do oceano e da zona costeira no enfrentamento à mudança do clima.



VISÃO DO PLANO CLIMA

O Plano Clima coloca o Brasil na trajetória de se tornar um país sustentável, resiliente, seguro, justo e próspero, com os governos, a sociedade civil, o setor privado e a comunidade científica conscientes, engajados e atuando de forma integrada diante da mudança do clima.



OBJETIVO GERAL DO PLANO CLIMA



O objetivo geral do Plano Clima é orientar, promover, implementar e monitorar ações coordenadas que visem à transição para uma economia com emissões líquidas zero de gases de efeito estufa até 2050 e à adaptação de sistemas humanos e naturais à mudança do clima, por meio de estratégias de curto, médio e longo prazo, à luz do desenvolvimento sustentável e da justiça climática.



OBJETIVOS NACIONAIS DE ADAPTAÇÃO



1 Aumentar a resiliência das populações, das cidades, dos territórios e das infraestruturas frente à emergência climática.



2 Promover a produção sustentável e resiliente e o acesso regular da população a alimentos saudáveis, em qualidade e quantidade adequadas.



3 Promover a segurança hídrica, disponibilizando água em qualidade e quantidade suficientes para os usos múltiplos, como abastecimento, produção, energia e ecossistemas.



4 Proteger, conservar, restaurar e fortalecer ecossistemas e a biodiversidade, e assegurar o provimento dos serviços ecossistêmicos.



5 Promover, proteger e recuperar a saúde e o bem-estar das populações, respeitando os modos de vida dos povos e comunidades tradicionais.



6 Garantir a segurança energética, de forma sustentável e acessível.



7 Promover o desenvolvimento socioeconômico e a redução das desigualdades.



8 Proteger o patrimônio cultural e preservar práticas culturais e locais de patrimônio, frente aos riscos relacionados à mudança do clima.



9 Fortalecer o papel vital do oceano e da zona costeira no enfrentamento à mudança do clima.

5.5. Metas nacionais de adaptação

Visando reforçar os compromissos com a redução das vulnerabilidades e o fortalecimento da resiliência em todo o Brasil, os dezesseis Planos Setoriais e Temáticos de Adaptação apresentam **um conjunto de 312 metas setoriais a serem alcançadas por meio de 810 ações**, um marco na agenda climática nacional. No entanto, o desafio de estabelecer metas abrangentes para a adaptação permanece como um processo político e estratégico essencial para dar maior concretude à agenda nacional de adaptação e garantir alinhamento com o Objetivo Global de Adaptação (GGA, da sigla em inglês), frente à complexidade em definir indicadores que possam avaliar e monitorar o progresso do país de forma consistente, transparente e comparável.

No contexto brasileiro, esse desafio é duplo: de um lado, há a heterogeneidade territorial, social e econômica, marcada por desigualdades regionais e institucionais; de outro, os indicadores devem ser capazes de refletir os distintos perfis de vulnerabilidades e capacidades adaptativas existentes. Além disso, é necessário garantir que os dados utilizados tenham qualidade, periodicidade e cobertura adequada, reconhecendo as limitações das bases nacionais. Há, contudo, a oportunidade de explorar sistemas já consolidados, como as referências nacionais encontradas no AdaptaBrasil e nas publicações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), bem como marcos globais como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e o próprio GGA.

Além dos obstáculos citados, o processo de definição de metas e indicadores nacionais enfrenta diversas questões estruturais, como a dificuldade de integração intersetorial, que pode comprometer a transversalidade necessária para a incorporação das ações de adaptação. A premissa que guia a agenda de Adaptação quanto à promoção da justiça climática e da inclusão social exige também que os indicadores sejam desagregados por grupos populacionais vulnerabilizados, como mulheres, crianças, idosos, populações de baixa renda, povos indígenas e comunidades tradicionais.

Apesar dessas dificuldades, o processo apresenta oportunidades estratégicas, uma vez que a definição de metas e indicadores de adaptação pode estimular a inovação metodológica, fortalecer a governança multinível e multissetorial e consolidar a adaptação como eixo estruturante das políticas públicas. Possibilita, ainda, aproximar o Brasil de iniciativas internacionais, ampliando sua capacidade de mobilizar recursos e de cooperar em redes de conhecimento.

Desta maneira, buscou-se elaborar um conjunto de metas e indicadores ancorados nos Objetivos Nacionais de Adaptação, conferindo sempre que possível um direcionamento específico para as políticas climáticas. Pretende-se, com isso, orientar iniciativas no âmbito do Governo Federal e sinalizar aos entes subnacionais, bem como a atores privados, as ações que deverão ser fortalecidas a partir da coordenação de esforços.

Vale destacar que a possibilidade de refinamentos futuros em torno das metas e indicadores deve ser entendida como parte do processo de continuidade natural dos trabalhos iniciados com o Plano Clima Adaptação, transformando, cada vez mais, compromissos qualitativos em parâmetros mensuráveis, capazes de subsidiar a tomada de decisão e de demonstrar resultados concretos para a sociedade brasileira e para a comunidade internacional.

Neste sentido, a revisão periódica das metas e indicadores nacionais de adaptação é também uma exigência para se avaliar a efetividade de seu cumprimento e identificar a necessidade de se incluir novas metas, em consonância com as vulnerabilidades e a realidade do país. Esse processo reflete o caráter dinâmico do ciclo iterativo da adaptação.

Alinhada ao passo internacional, a continuidade da construção e detalhamento de indicadores nacionais de adaptação deverá considerar as três principais dimensões que orientam a elaboração dos indicadores para as metas globais de adaptação: (i) Redução da vulnerabilidade de pessoas, ecossistemas e setores econômicos; (ii) Aumento da resiliência socioeconômica, institucional e ambiental; e (iii) Aprimoramento da capacidade adaptativa em múltiplos níveis de governança.

Dessa forma, o Brasil pretende estabelecer um sistema robusto de Monitoramento, Avaliação e Aprendizado (MEL, da sigla em inglês), que alimente relatórios nacionais, fortaleça a transparência e permita ao país cumprir, de maneira consistente, os compromissos assumidos sob a UNFCCC e no marco do Acordo de Paris.

A definição de metas e indicadores para o Plano Clima Adaptação é mais que uma exigência técnica, é um processo político e estratégico essencial para consolidar a agenda nacional de adaptação num contexto de emergência climática.

Portanto, embora desafiador, este processo representa uma oportunidade única de consolidar a adaptação como prioridade do desenvolvimento sustentável do Brasil, fortalecendo a resiliência nacional e contribuindo para o esforço global de enfrentamento da crise climática. Assim, este Plano apresenta as Metas Nacionais e seus respectivos indicadores (Quadro 3).

Quadro 3 – Metas nacionais e indicadores do Plano Clima Adaptação

Metas	Indicadores
1 ➔ Até 2035, garantir que todos os estados e ao menos 35% dos municípios brasileiros tenham Planos de Adaptação.	1. Número de estados e percentagem de municípios com seus Planos de Adaptação publicados.
2 ➔ Até 2035, atender com obras de prevenção de riscos de desastres pelo menos 4 milhões de pessoas expostas ao risco de desastre geohidrológico.	1. Número de pessoas beneficiadas com obras de prevenção de riscos de desastres e obras de infraestrutura de drenagem urbana e contenção de encostas.
3 ➔ Até 2035, ampliar em 180 mil hectares a cobertura vegetal em áreas urbanas , priorizando os municípios sob maior risco climático.	1. Número de hectares de cobertura vegetal ampliados em setores censitários urbanos.
4 ➔ Até 2035, reduzir para 7,5% o total de municípios com nível de segurança hídrica mínimo .	1. Percentual de municípios com nível de segurança hídrica mínimo. ¹⁴
5 ➔ Até 2035, garantir que 100% dos projetos para obras de infraestrutura a serem apoiados pelo Governo Federal considerem os riscos climáticos.	1. Percentual de projetos para obras de infraestrutura apoiados pelo Governo Federal que considerem os riscos climáticos. ¹⁵

¹⁴ Linha de Base: 13% (2025)

¹⁵ Critério de verificação - resposta afirmativa ao seguinte questionamento: Riscos climáticos foram abordados no Projeto Básico e Executivo do investimento em infraestrutura?

Metas	Indicadores
6 ➔ Até 2035, reduzir em pelo menos 30% as interrupções operacionais causadas por eventos climáticos em infraestruturas federais de transportes .	1. Percentual de interrupções operacionais causadas por eventos climáticos em infraestruturas federais de transportes.
7 ➔ Até 2030, ampliar para 30% a extensão das Áreas Marinhas Protegidas , com estratégias específicas para a mudança do clima nos planos de manejo.	1. Percentagem de extensão de Áreas Marinhas Protegidas na Zona Econômica Exclusiva (ZEE), incluindo estratégias específicas para a mudança do clima. ¹⁶
8 ➔ Até 2035, conectar 30% do território nacional por meio de corredores ecológicos entre áreas protegidas e outros Mecanismos Eficazes de Conservação Baseados em Área – OMECs, priorizando territórios sob maior risco climático e de refúgio climático.	1. Percentagem do território nacional conectado por corredores ecológicos. ¹⁷
9 ➔ Até 2030, ampliar a adoção de sistemas de produção agropecuária diversificados, sustentáveis e resilientes , em 72,68 milhões de hectares.	1. Número de hectares com adoção de Sistemas, Práticas, Produtos e Processos de Produção Sustentáveis (SPSabc), com exceção de Terminação Intensiva (número de animais) e Manejo de resíduo de animais. 2. Número de hectares de unidades familiares de produção da agricultura familiar com produção agroecológica. ¹⁸
10 ➔ Até 2035, erradicar a insegurança alimentar e nutricional grave .	1. Número de domicílios com insegurança alimentar grave.

¹⁶ Linha de base: 26,39% da Zona Econômica Exclusiva (ZEE)

¹⁷ Parâmetros de conectividade: distâncias máximas entre fragmentos, largura dos corredores ecológicos, índice de cobertura vegetal dos fragmentos.

Linha de base: Sendo desenvolvida no âmbito da Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade (EPANB) com previsão de definição para início de 2026.

¹⁸ Obtido através da compatibilização dos hectares das unidades produtivas das famílias cadastradas no Cadastro Nacional da Agricultura Familiar que indicaram ter produção agroecológica.

Metas	Indicadores
11 ➔ Até 2035, ter 100% das secretarias de saúde dos estados e dos municípios prioritários para emergência climática mobilizados para adaptação do SUS à mudança do clima.	<ol style="list-style-type: none"> Percentual de secretarias estaduais de saúde mobilizadas para a adaptação do SUS à mudança do clima. Percentual de secretarias municipais de saúde prioritárias mobilizadas e com diagnóstico de impactos, vulnerabilidades e adaptação à mudança do clima no SUS realizado. Percentual de DSEI (Distrito Sanitário Especial Indígena) incluídos nos diagnósticos realizados nas Secretarias Estaduais de Saúde.
12 ➔ Até 2035, garantir que 100% do planejamento de expansão eletroenergética considere riscos climáticos.	<ol style="list-style-type: none"> Percentual de estudos e planos de expansão eletroenergética que incorporam análise de riscos e resiliência climática.¹⁹

Fonte: Elaboração própria.

Considera-se risco climático, na definição das metas nacionais e setoriais de adaptação o: *potencial de ocorrência de consequências adversas (ou impactos) relacionadas ao clima para sistemas humanos ou ecológicos. Os riscos climáticos são resultados de interações dinâmicas entre as ameaças relacionadas ao clima e a exposição e vulnerabilidade dos sistemas humanos ou ecológicos afetados. (IPCC,2022)*

Ressalta-se que a metodologia utilizada para a elaboração das metas nacionais e dos 16 Planos Setoriais e Temáticos de adaptação teve como base a identificação dos riscos climáticos de cada contexto, a partir dos quais foram definidas as ações de adaptação a serem implementadas. Como os fatores de risco evoluem e interagem ao longo do tempo, o ciclo iterativo da adaptação deve orientar todo o processo, desde a definição de planejamentos, elaboração de projetos e orçamentos, até a execução de obras.

5.6. Justiça climática: eixo norteador da adaptação

O Plano Clima deve priorizar a adaptação centrada nas pessoas, focando na redução de vulnerabilidades e na erradicação de desigualdades que perpetuam a pobreza e agravam os riscos associados à mudança do clima. Para tanto, a busca pela **adaptação transformativa** é essencial, não apenas para responder à mudança climática, mas também para reconfigurar os atributos fundamentais dos sistemas naturais e humanos.

Considerando a diversidade do Brasil e a realidade desigual que permeia a sociedade, vê-se a **justiça climática como eixo norteador** desse Plano em todo o ciclo iterativo da adaptação,

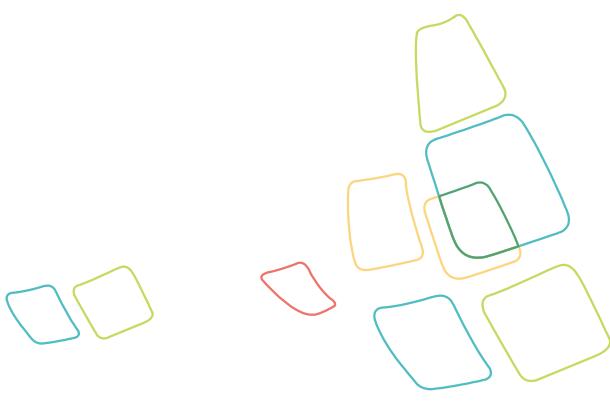
¹⁹ Detalhamento do Indicador:

(Número de estudos e planos que incorporam análise de riscos climáticos ÷ Principais* estudos e planos de expansão) × 100
 *nota: principais instrumentos de planejamento da expansão a serem considerados na análise: Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), Relatórios R1 e Ciclo de Planejamento para os Sistemas Isolados (Sisol).

buscando a identificação de como os riscos climáticos afetam diferentes populações e territórios. Quanto aos meios de implementação, deve-se priorizar recursos e informações essenciais para a resiliência de populações vulnerabilizadas, especialmente sob risco de desastres climáticos, garantindo a **não transferência de vulnerabilidades**, ou seja, não repassar para outros(as) a propensão ou predisposição de ser adversamente afetado(a), nem ampliar as desigualdades nas medidas de adaptação implementadas.

Quando medidas necessárias puderem causar impactos socioambientais negativos, deve-se buscar implementar **salvaguardas socioambientais** para evitar e minimizar impactos, inclusive a realização da consulta livre, prévia e informada se afetar territórios ou direitos de povos ou comunidades tradicionais. Além disso, ao realizar obras de adaptação, recomenda-se priorizar a mão de obra e os fornecedores locais, fortalecendo as economias regionais e melhorando as condições de vida.

A distribuição de ônus e bônus deve considerar que as populações mais afetadas são as que menos contribuem para a produção dos riscos climáticos, demandando políticas que garantam uma distribuição justa dos efeitos das ações climáticas. Assim, na participação e na governança, é crucial estabelecer a inclusão de populações vulnerabilizadas nos espaços de tomada de decisão e monitoramento, incluindo crianças e adolescentes, assegurando que suas vozes sejam ouvidas em ambientes apropriados e sensíveis. Por fim, na geração e disponibilização de dados é fundamental sua desagregação por raça, gênero, classe, idade, entre outros, para construir alicerces de conhecimento em torno de políticas mais inclusivas e eficazes.



6. Gestão do Plano

A Estratégia Nacional de Adaptação e seus respectivos Planos Setoriais e Temáticos serão complementados pelas Estratégias Transversais para a Ação Climática do Plano Clima. Nelas, serão abordados tópicos comuns tanto à mitigação quanto à adaptação, abrangendo os temas: Transição Justa e Justiça Climática; Mulheres e Clima; Meios de Implementação; Educação, Capacitação, Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação; e Monitoramento, Gestão, Avaliação e Transparência.

As Estratégias Transversais terão, portanto, papel fundamental para a ENA, e para o Plano Clima como um todo, pois apontarão os principais desafios e soluções para que o Brasil disponha de um planejamento climático que: (i) integre medidas de mitigação e adaptação de forma articulada, explorando seus cobenefícios; (ii) promova uma transição climática justa, com perspectiva de gênero, fomentando impactos sociais, econômicos e ambientais positivos ao longo de sua implementação; (iii) defina uma agenda de educação, ciência, tecnologia e inovação que permita uma transformação da sociedade e da economia baseada no conhecimento; (iv) esteja fundamentado em meios efetivos de implementação financeiros, econômicos, regulatórios e legais; e (v) disponha de um arranjo institucional de governança dotado de mecanismos de coleta, tratamento e análise de dados para seu monitoramento contínuo, sua avaliação, revisão e aprendizado para promover sua transparência junto à sociedade brasileira.

Esta seção apresenta os elementos mais diretamente relacionados à ENA e seus respectivos Planos Setoriais e Temáticos, sendo que as Estratégias Transversais para a Ação Climática consolidam um quadro mais completo e articulado dos mecanismos que apoiarão a gestão e a implementação das diversas agendas do Plano Clima, integrando as dimensões de mitigação e adaptação.

6.1. Meios de implementação

A implementação das ações previstas nessa Estratégia e nos Planos Setoriais e Temáticos de adaptação, conforme preconizado nas diretrizes, busca promover o desenvolvimento sustentável nas suas múltiplas dimensões, considerando setores e temas estratégicos, tendo em vista a redução de desigualdades, a equidade e a transição justa.

Dessa forma, a implementação ocorrerá, em grande parte, pela incorporação da adaptação à mudança do clima ao planejamento das políticas e programas dos órgãos federais, estaduais e municipais, bem como às iniciativas do setor privado e da sociedade civil. Isso será viabilizado por meio da definição de parâmetros e critérios de priorização de ações, considerando, por exemplo, a análise de riscos e vulnerabilidades climáticas. Esse processo exige a revisão, a reorientação e o redimensionamento dessas políticas, programas e seus respectivos instrumentos. Além disso, diante da magnitude dos desafios da adaptação, será necessário implementar novas ações especificamente voltadas para o cumprimento dos objetivos e metas dessa Estratégia e dos Planos Setoriais e Temáticos.

Para orientar a implementação das ações de adaptação no âmbito federal, essa ENA considera as possibilidades reais de financiamento e recursos oriundos de orçamento público e fundos especialmente constituídos, em consonância com o planejamento governamental do Plano Plurianual, já destinados aos ministérios responsáveis pela execução dessas ações. Além do Plano Plurianual, a Estratégia Nacional de Adaptação deve subsidiar estrategicamente outros instrumentos fiscais e orçamentários para assegurar a execução e o monitoramento de iniciativas que promovam a resiliência climática.

O detalhamento das fontes de financiamento e meios de implementação por ação prioritária elencada pelos Ministérios setoriais e temáticos será feito com a granularidade necessária no âmbito dos Planos Setoriais e Temáticos. Para isso, devem ser consideradas as especificidades e o contexto de cada um dos setores e temas envolvidos no âmbito da ENA, e na Estratégia Transversal de Meios de Implementação, cujos elementos e fluxos irão fundamentar o monitoramento da sua implementação.

Ante a complexidade para o alcance de um Brasil menos vulnerável aos impactos adversos da mudança do clima, sabe-se que as ações previstas no orçamento público federal não serão suficientes para o atendimento das demandas existentes no país. Nesse sentido, em linha com o debate na arena internacional sobre financiamento para adaptação, é fundamental ampliar a mobilização de financiamento privado em âmbito doméstico e internacional, bem como fomentar a adoção de mecanismos financeiros inovadores para a implementação das ações previstas nos Planos Setoriais e Temáticos. Para isso, as ações de adaptação devem constar em uma carteira de projetos potenciais, considerando o dimensionamento das demandas para reforçar a geração do apoio político para a busca de novos investimentos em adaptação.

Os recursos públicos já destinados à agenda devem ser complementados e auxiliar na mobilização e alavancagem de recursos privados, de cooperação internacional e de fundos de financiamento climático para a agenda. A aplicação desses recursos também deve ser pensada de maneira a contemplar a ampla gama de instrumentos financeiros disponíveis, para além dos recursos orçamentários e das operações de financiamento tradicionais, utilizando mecanismos como seguros, *equity*²⁰ e garantias, para ampliar o alcance e a efetividade das ações.

Considerando as diretrizes da ENA e as competências e corresponsabilidades dos entes subnacionais na agenda, entende-se que estados e municípios também buscarão os meios para o financiamento de ações que contribuem para o alcance dos objetivos. Nesse contexto, ressalta-se a necessidade de estimular a destinação de recursos públicos para políticas e iniciativas de adaptação que talvez não sejam atrativas ao setor privado, mas que são essenciais para enfrentar as desigualdades.

Em consonância com a **Lei 14.904 de 27 de junho de 2024**, a Estratégia Nacional de Adaptação deve promover a cooperação internacional nos âmbitos bilateral, regional e multilateral para o financiamento, a capacitação, o desenvolvimento, a transferência e a difusão de tecnologias e processos para a implementação de ações de adaptação, incluídos a pesquisa científica, o monitoramento e a avaliação sistemática dos impactos da mudança do clima e o intercâmbio de informações (Art. 8º, Lei 14.904/2024).

No contexto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC ou UNFCCC, na sigla em inglês) e do Acordo de Paris, os meios de implementação (em inglês, *Means*

²⁰ *Equity* refere-se à participação societária em empreendimentos, por meio da qual investidores aportam capital em troca de uma parte da propriedade do negócio, assumindo riscos e eventualmente compartilhando lucros.

of Implementation ou MoI) referem-se às formas de apoio indispensáveis para que os países conduzam efetivamente suas iniciativas climáticas. Esses meios envolvem três pilares principais — financiamento, transferência de tecnologia e capacitação — que se complementam para possibilitar o planejamento, a execução e o monitoramento das ações de adaptação e mitigação.

Assim, a transferência de tecnologia também é considerada um dos elementos centrais dos meios de implementação para a adaptação. Trata-se de promover o acesso a tecnologias ambientalmente adequadas, que contribuam para aumentar a resiliência dos sistemas naturais e humanos frente à mudança do clima, envolvendo tanto a disponibilização de equipamentos e infraestrutura quanto o compartilhamento de conhecimentos, processos e inovações. No contexto brasileiro, a Estratégia Nacional de Adaptação reconhece que a transferência tecnológica deve ser integrada às políticas públicas e à cooperação internacional, de forma a possibilitar a adoção de soluções eficazes, especialmente nos setores mais vulneráveis.

Na mesma direção, a capacitação é fundamental para garantir a eficácia e a sustentabilidade das ações adaptativas. Segundo a UNFCCC, o fortalecimento de capacidades deve ocorrer em três níveis: individual (por meio de formação e treinamento), institucional (com reforço da governança e das estruturas técnicas e intersetoriais) e sistêmico (criando ambientes propícios ao desenvolvimento e à implementação de políticas). Nesse sentido, destaca-se a Estratégia Transversal de Educação, Capacitação, Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação que visa fomentar uma cultura de capacitação e inovação no país. Essa estratégia contribui para o desenvolvimento de competências técnicas e científicas, promove o engajamento social e apoia a execução das políticas nacionais relacionadas ao enfrentamento à mudança do clima.

Cabe aos governos, de forma integrada, desenvolver iniciativas para fortalecer as capacidades institucionais de estados e municípios, com vistas a melhorar diagnósticos e promover medidas concretas para reduzir riscos e impactos da mudança climática, incluindo aquelas necessárias para o acesso a fontes de financiamento para a adaptação e outros meios de implementação. Por fim, os mecanismos de financiamento para as ações de adaptação e de mitigação do Plano Clima serão detalhados na **Estratégia Transversal de Meios de Implementação do Plano Clima**.

6.2. Governança federativa

A estrutura federativa do Brasil apresenta um conjunto de elementos complexos para a coordenação de políticas públicas no território nacional, em especial às relacionadas ao enfrentamento da mudança do clima, que vem impactando de forma severa todas as regiões do país. Isso reforça a necessidade do fortalecimento do **Federalismo Climático** como chave para a implementação multisectorial e multinível do Plano Clima, considerando o território como a base das demandas sociais e onde, de fato, as políticas públicas se materializam.

Para a efetiva integração dos entes estaduais e municipais em torno da agenda nacional de adaptação, buscar-se-á estabelecer o diálogo federativo em diversos espaços, em especial naqueles indicados na **Estratégia Transversal de Monitoramento, Gestão, Avaliação e Transparência** do Plano Clima. Entre eles, a Câmara de Articulação Federativa, instância instituída pelo **Decreto nº 12.040, de 5 de junho de 2024**, com o objetivo de promover a participação dos estados, do Distrito Federal e dos municípios na elaboração, no aperfeiçoamento e na implementação de medidas de mitigação e adaptação à mudança do clima.

Concomitantemente, os objetivos e as diretrizes do Plano Clima Adaptação devem ser incorporados às políticas e iniciativas em nível subnacional, com fluxos e canais institucionais que permitam o

seu monitoramento e avaliação. Cabe observar as sinergias e eventuais dilemas (*trade-offs*) entre ações em diferentes níveis de governança, assim como as lacunas existentes. Essas informações são relevantes para a recomendação de ajustes e/ou complementações tanto ao plano nacional quanto às políticas e iniciativas sob a responsabilidade de governos estaduais e municipais.

Essa articulação federativa se referencia na **Lei nº 14.904, de 27 de junho de 2024**, que destaca, em seu artigo 6º, que cabe ao Plano Nacional de Adaptação definir as diretrizes para os planos estaduais e municipais, priorizar o apoio aos municípios mais vulneráveis e expostos às ameaças climáticas e fomentar consórcios intermunicipais e arranjos regionais para a consecução das medidas por ele previstas.

Essa mesma Lei estabelece ainda que o PNA deve prever mecanismos de coordenação e governança federativa, de modo a garantir: (I) a representação da sociedade civil e a ampla cooperação entre os entes federados; (II) a harmonização das metodologias de identificação de impactos, avaliação e gestão do risco climático, análise das vulnerabilidades e das ameaças climáticas e a identificação, avaliação e priorização de medidas de adaptação; e (III) o fornecimento de subsídios à elaboração, à implementação, ao monitoramento e à revisão do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima.

As diretrizes, a visão, o objetivo geral e os objetivos nacionais de adaptação apresentados nesse Plano deverão, portanto, orientar as políticas e programas multissetoriais dos diferentes níveis federativos, considerando as particularidades territoriais e as diferentes capacidades institucionais e financeiras.

De forma complementar, os Planos Setoriais e Temáticos de adaptação poderão se valer de fóruns setoriais específicos de articulação federativa, novos ou já existentes, para integração vertical de políticas setoriais de adaptação à mudança do clima.

6.3. Participação da sociedade civil, do setor empresarial e da comunidade científica

De forma similar à articulação federativa, a participação da sociedade civil, do setor empresarial e da comunidade científica no monitoramento do Plano Clima Adaptação ocorrerá nos espaços indicados na **Estratégia Transversal de Monitoramento, Gestão, Avaliação e Transparência** do Plano Clima. Ressalta-se a importância de processos participativos para que as políticas de adaptação sejam efetivas, garantindo que haja equilíbrio de interesses, credibilidade e representatividade.

No âmbito do CIM, destacam-se as Câmaras de Participação Social e de Assessoramento Científico. Essas instâncias têm o objetivo de promover a participação da sociedade civil e do setor empresarial nas políticas públicas sobre mudança do clima, e de subsidiar a política climática com a melhor ciência disponível. Essas câmaras deverão ser informadas periodicamente sobre o *status* de implementação do plano e, assim, gerar as recomendações e a avaliação por entidades representativas dos referidos segmentos, visando ao aperfeiçoamento, à elaboração e à implementação de instrumentos e de políticas setoriais, temáticas e transversais sobre as estratégias de adaptação à mudança do clima.

A participação social possibilita a melhor compreensão das necessidades da população por parte das instâncias governamentais. Adicionalmente, permite que a representação de populações vulnerabilizadas tenha sua voz ouvida e contribui para a sensibilização e a conscientização pública sobre a mudança do clima, suas causas, consequências e abordagens para a redução dos riscos.

A implementação dos Planos Setoriais e Temáticos de Adaptação poderá se valer, de forma complementar, de espaços próprios de participação social, novos ou já existentes. Esses espaços permitem o debate social e a promoção da transparência na implementação de políticas setoriais de adaptação à mudança do clima, cujos resultados serão reportados pelos representantes de cada setor ou tema à instância de monitoramento.

Como espaço adicional para promoção da participação social na implementação e execução do Plano Clima, há o Fórum Brasileiro de Mudança do Clima (FBMC). O FBMC tem como objetivo conscientizar e mobilizar a sociedade, além de contribuir para a discussão das ações necessárias para enfrentar a mudança do clima. Na qualidade de membro do CIM, o FBMC também tem a prerrogativa de criar canais e estimular o debate junto a diversos grupos da sociedade.

A Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede Clima), igualmente integrante do CIM, constitui-se em fundamental pilar de apoio à formulação e ao acompanhamento das políticas públicas ligadas à mudança do clima. Cabe à Rede Clima realizar atividades de pesquisa e desenvolvimento para atender às necessidades nacionais de conhecimento, inclusive com análises setoriais por meio das sub-redes temáticas.

Ademais, dentro da perspectiva de uma integração multinível, é fundamental reconhecer os instrumentos de participação social instituídos pelos governos subnacionais, como conselhos, fóruns e comitês estaduais, que reúnem atores relevantes para a discussão de questões relacionadas à mudança do clima. Esses instrumentos devem garantir a efetiva participação das comunidades locais mais vulnerabilizadas. Para isso, é essencial disponibilizar opções de encontros em diferentes fóruns, com dias e horários acessíveis, bem como formas de participação adequadas aos tipos de públicos, de modo a viabilizar a inclusão dessas populações no debate.

6.4. Monitoramento, avaliação e aprendizado

O Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM), estabelecido pelo **Decreto n.º 11.550, de 5 de junho de 2023**, corresponde a um espaço permanente de promoção e monitoramento das ações e das políticas públicas no âmbito do Poder Executivo federal relativas à Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). O monitoramento e a avaliação das políticas de adaptação serão tratados de forma integrada com a mitigação, conectando as ações com metas e indicadores próprios para fundamentar o monitoramento do progresso, a avaliação do alcance das metas propostas, e a revisão periódica do Plano Clima, cuja atualização está prevista para acontecer, no mínimo, a cada quatro anos, conforme estabelecido pela **Resolução CIM nº 3, de 2023**.

Como parte do sistema de monitoramento e avaliação, o Brasil reconhece a importância de uma gestão adaptativa, o que significa a previsão de aprimoramento contínuo e ajuste para responder às novas demandas e desafios. A gestão adaptativa permitirá que o país acompanhe a evolução do cenário climático, ajuste suas políticas e garanta a eficácia das ações de adaptação.

Embora complementares, monitoramento e avaliação referem-se a atividades distintas. Enquanto o primeiro envolve a coleta e análise sistemática de informações sobre a progressão de uma determinada política, a avaliação busca medir os resultados alcançados, confrontando-os com metas e objetivos traçados inicialmente (GVses, 2016).

O monitoramento do Plano Clima Adaptação deve envolver a sistemática coleta de informações que permita verificar se a Estratégia Nacional e os Planos Setoriais e Temáticos de adaptação estão, de fato, sendo implementados, à medida que a avaliação busca medir se e de que forma o Plano Clima Adaptação está contribuindo para a redução da vulnerabilidade e para o fortalecimento da

capacidade adaptativa dos sistemas naturais e humanos. É importante que esse processo seja contínuo para que os esforços e aprendizados gerados retroalimentem o ciclo iterativo de adaptação.

Para assegurar sua acurácia, o acompanhamento do Plano Clima Adaptação deverá ser realizado periodicamente, com diversos propósitos. O acompanhamento das políticas setoriais e temáticas é atribuição dos órgãos responsáveis pela sua formulação e implementação, verificando o andamento das ações definidas em cada plano, com as seguintes finalidades:

- analisar os indicadores das ações setoriais e temáticas;
- identificar os obstáculos para a implementação das ações setoriais e temáticas e propor soluções para superá-los;
- ajustar, se necessário, as atividades para garantir o alinhamento aos objetivos do plano setorial ou temático; e
- registrar o progresso da implementação do plano setorial e temático nos canais e formatos definidos.

No âmbito do CIM, a instância de acompanhamento deve ser integrada pelos órgãos responsáveis pela formulação e implementação da política. Essa instância deve analisar o progresso do alcance das metas setoriais e temáticas, visando:

- analisar os indicadores vinculados às metas setoriais ou temáticas e as entregas previstas e efetivadas;
- verificar a eficácia dos planos setoriais ou temáticos e realizar possíveis ajustes;
- elaborar recomendações para ajustes estratégicos, táticos e operacionais voltados ao alcance das metas; e
- subsidiar a elaboração de relatórios, consolidando o status de implementação e recomendações propostas.

Também na esfera do CIM, deverá ser feita a avaliação da implementação global e dos impactos da Estratégia Nacional de Adaptação do Plano Clima, buscando assegurar que as metas de longo prazo sejam perseguidas de maneira coesa e integrada entre os setores. Esse acompanhamento tem por finalidade:

- revisar de forma abrangente os indicadores anuais com foco nos resultados e impactos obtidos em cada setor/tema e na estratégia nacional;
- analisar o impacto global dos objetivos nacionais e setoriais/temáticos, discutindo coesão e sinergia intersetorial, bem como as contribuições setoriais e temáticas para os objetivos nacionais do Plano Clima Adaptação;
- planejar atividades e ajustes de implementação do Plano Clima Adaptação com base nas lições aprendidas e necessidades emergentes; e
- subsidiar a elaboração de relatório periódico, consolidando as análises e recomendações estratégicas para a implementação do Plano Clima Adaptação.

Os procedimentos relacionados a monitoramento, análise, avaliação, revisão e atualização do Plano Clima serão especificados na Estratégia Transversal de Monitoramento, Gestão, Avaliação e Transparência.

6.5. Gestão do conhecimento e transparência

A gestão do conhecimento no Plano Clima Adaptação é um pilar estratégico para assegurar a circulação, o compartilhamento e o aprimoramento contínuo das informações e das práticas relacionadas à adaptação climática. Esse processo envolve a sistematização de dados científicos, conhecimentos tradicionais e as melhores práticas setoriais e temáticas, garantindo que as decisões sejam baseadas em evidências atualizadas e em experiências locais. Por meio de ferramentas colaborativas e plataformas digitais, a gestão do conhecimento busca fortalecer a capacidade técnica das instituições envolvidas, promover a troca de saberes entre diferentes atores e regiões, e apoiar a implementação eficaz das ações de adaptação em todos os níveis de governança.

Adicionalmente, a gestão do conhecimento visa preencher algumas lacunas de informações já identificadas, a exemplo da compreensão mais ampla de como a mudança do clima impacta a infraestrutura, as cidades e os assentamentos humanos, a segurança energética, alimentar e hídrica, entre outros temas e setores estratégicos para o país. A necessidade de dados e análises de risco, tanto no presente quanto no futuro, com foco em populações vulnerabilizadas, constitui outra lacuna importante para o acompanhamento do progresso da adaptação no país e para a efetividade das ações do Plano Clima Adaptação. Precisam ser consideradas, em especial, as populações periféricas de favelas e comunidades urbanas, povos e comunidades tradicionais, povos indígenas, populações preta e parda, mulheres, pessoas idosas e crianças.

Os relatórios e informações gerados durante o monitoramento e a avaliação do Plano Clima Adaptação, assim como a atualização periódica de seus indicadores, serão disponibilizados em um sistema de monitoramento e avaliação do Plano Clima. Esse sistema visa estruturar o monitoramento do plano e garantir o acesso amplo e transparente das informações à sociedade.

As informações poderão ser visualizadas em painéis gerenciais no sistema de monitoramento e avaliação do Plano Clima e no DataClima+.²¹ Evidências científicas e de outras fontes poderão ser mobilizadas por meio da participação da comunidade científica e da Rede Clima, com o objetivo de apoiar o planejamento da política climática com base no melhor conhecimento disponível.

Nesse contexto, para a gestão de dados e conhecimento ao desenvolvimento do Plano Clima Adaptação, também serão considerados mapeamentos e bases de dados locais que incluem indicadores como renda, gênero e raça, uma vez que os impactos da mudança do clima são mais sentidos nessas escalas, especialmente pela população vulnerável. Os dados e resultados também serão alinhados e articulados com documentos e relatórios internacionais, como os da UNFCCC.

²¹ Projeto em andamento para fortalecer o sistema nacional de transparência no Brasil, com vistas a informar sobre a formulação de políticas nacionais e atender aos requisitos da estrutura de transparência aprimorada (ETF) do Acordo de Paris.



Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Plano Nacional de Segurança Hídrica*. Brasília, 2019. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Atlas Irrigação: Uso da Água na Agricultura Irrigada*. 2 ed. Brasília, 2021. Disponível em: <https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/a874e62f27544c6a986da1702a911c6b>. Acesso em: 20 fev. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Impactos da mudança climática nos recursos hídricos do Brasil*. Brasília, 2024. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/31604c98-5bbe-4dc9-845d-998815607b33/attachments/MudancaClimaticas_25012024.pdf. Acesso em fev. 2025.

ALANA. *O acesso ao verde e a resiliência climática nas escolas das capitais brasileiras*. São Paulo: Instituto Alana, 2024. Disponível em: https://alana.org.br/wp-content/uploads/2024/12/Relatorio_O_acesso_ao_verde.pdf. Acesso em: 9 mar. 2025.

ALENCAR, A.; MARTENIXEN, L.; GOMES, J.; MORTON, D.; BRANDO, P. Amazônia em chamas: entendendo a relação entre o fogo e desmatamento em 2023. *Nota Técnica n°12*, IPAM, Brasília-DF, 06 jun. 2024. Disponível em: https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2024/06/Amazonia-em-Chamas-12_v01.pdf. Acesso em: 05 set. 2024.

ALFREDINI, Paolo et al. *Impact of climate changes on the Santos Harbor*. *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transpositor*, São Paulo, v. 7, n. 4, p. 609-617, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.12716/1001.07.04.17>.

ALTO COMISSARIADO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA REFUGIADOS (ACNUR). *Sem escapatória: na linha de frente das mudanças climáticas, conflitos e deslocamento forçado*. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.acnur.org.br/media/sem-escapatoria-na-linha-de-frente-das-mudancas-climaticas-conflitos-e-deslocamento-forcado>.

ANJOS, L. J. S.; DE TOLEDO, P. M. Measuring resilience and assessing vulnerability of terrestrial ecosystems to climate change in South America. *PLOS ONE*, [s.l.], v. 13, n. 3, e0194654, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194654>.

ARAÚJO, N. M. dos S. Racismo ambiental e sua relação com a dimensão procedural do direito ao meio ambiente equilibrado: uma questão de justiça. In: *VIII Congresso Internacional de Direitos Humanos de Coimbra*, 2023, Coimbra. Anais [...]. Coimbra: Congresso Internacional de Direitos Humanos de Coimbra. Disponível em: <https://www.trabalhoscidhcoimbra.com/ojs/index.php/anaiscidhcoimbra/issue/view/12>. Acesso em: 12 ago. 2024.

ARES, G.; et al. *WEIRD and non-consensual food deserts and swamps: a scoping review of operational definitions*. *Health&Place*, v. 89, 103315, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2024.103315>.

ARIAS, P. A. et al. Vulnerability and high temperatures exacerbate impacts of ongoing drought in Central South America. *World Weather Attribution*, [S.l.], 16 feb. 2023. Disponível em: <https://www.worldweatherattribution.org/vulnerability-and-high-temperatures-exacerbate-impacts-of-ongoing-drought-in-central-south-america/>. Acesso em: 25 set. 2024.

AVILA-DIAZ, A. et al. Assessing current and future trends of climate extremes across Brazil based on reanalyses and earth system model projections. *Climate Dynamics*, [S.l.], v. 55, n. 5-6, p.1403-1426, set. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00382-020-05333-z>.

BALLARIN, A. S. et al. *CLIMBra - Climate Change Dataset for Brazil*. Sci Data, [S.l.], v. 10, n.1, p. 47, 20 jan. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41597-023-01956-z>.

BARCELLOS, C.; LOWE, C. Expansion of the dengue transmission area in Brazil: the role of climate and cities. *Tropical Medicine and International Health*, [S.l.], v. 19, n. 2, p. 159-168, 29 nov. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/tmi.12227>.

BARNES, C. et al. Hot, dry and windy conditions that drove devastating Pantanal wildfires 40% more intense due to climate change. *Scientific Report*. Grantham Institute, Imperial College London, 2024. Disponível em: <https://www.worldweatherattribution.org/hot-dry-and-windy-conditions-that-drove-devastating-pantanal-wildfires-40-more-intense-due-to-climate-change/>. Acesso em: 25 set. 2024.

BANCO MUNDIAL (BM). *Relatório sobre clima e desenvolvimento para o país*. Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento/Banco Mundial: Washington, 2023. Disponível em: www.worldbank.org. Acesso em: 15 jul. 2024.

BRASIL. *Constituição* (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. *Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências*. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 11 jul. 2001.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. *Decreto N° 6.040, de 7 de fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais*. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6040.htm. Acesso em: 16 jul. 2025.

BRASIL. *O estado da segurança alimentar e nutricional no Brasil: um retrato multidimensional*. Brasília, DF: FAO, 2014. Disponível em: https://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/seguranca_alimentar/SANnoBRasil.pdf. Acesso em: 26 fev. 2025.

BRASIL. *Decreto nº 9.573, de 22 de novembro de 2018. Institui a Política Nacional de Segurança da Informação*. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 155, n. 226, p. 4, 23 nov. 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9573.htm.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional (SMDRU-MDR), Ministério da Ciência, Tecnologia e Informações (SEIMPE-MCTI), Ministério das Comunicações (SETEL-MCOM), GIZ Cooperação para o Desenvolvimento Sustentável Brasil-Alemanha (GIZ - Projeto ANDUS). *Carta Brasileira para Cidades Inteligentes*. Brasília, 2020, 180p. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/desenvolvimento-urbano-e-metropolitano/projeto-andus/carta-brasileira-para-cidades-inteligentes>.

BRASIL. *Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais e altera as Leis nº 9.985, de 18 de julho de 2000, e nº 6.938, de 31 de agosto de 1981*. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 14 jan. 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14119.htm.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. *Portaria nº 5.435, de 20 de dezembro de 2021. Dispõe sobre a Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais – Rede CLIMA*. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 239, p. 24, 22 dez. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mcti-n-5.435-de-20-de-dezembro-de-2021-368971907>. Acesso em: 17 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. *Secretaria de Pesquisa e Formação Científica. Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2021. 620 p. Disponível em: <https://repositorio.mctic.gov.br/handle/mctic/4782>. Acesso em: 26 out. 2023.

BRASIL. Ministério das Cidades. *Base para a atualização colaborativa da Agenda Nacional de Desenvolvimento Urbano Sustentável*. Política Nacional de Desenvolvimento Urbano – PNDU, 2021, Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/desenvolvimento-urbano-e-metropolitano/politica-nacional-de-desenvolvimento-urbano/arquivos/pndu_pndu_texto_base.pdf. Acesso em: jul. 2025

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snus/painel>. Acesso em: 20 fev. 2025.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. *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.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. *Secretaria de Proteção e Defesa Civil; Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. Atlas Digital de Desastres no Brasil*. Brasília: MIDR, 2025. Disponível em: <http://atlasdigital.mdr.gov.br>.

BRASIL. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO (MPO). *Estudo Estratégico sobre Impactos Econômicos da Mudança do Clima no Brasil. Estratégia Brasil 2050*. Contratante: Banco Interamericano de Desenvolvimento. Autores: Rathmann, R. et al., 2025.

BULLARD, D. D. et al. *Climate change and environmental justice: a conversation with Dr. Robert Bullard*. Iowa: Journal of Critical Thought and Praxis, v. 5, n. 2, 2016.

BUSTAMANTE, M.M.C.; et al. Capítulo 3: Tendências e impactos dos vetores de degradação e restauração da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. In: JOLY, C. A. et al. (eds.). *1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos*. Cubo, São Carlos, p. 351. 2019. Disponível em: https://www.bpbes.net.br/wp-content/uploads/2019/09/BPBES_Completo_VF-1.pdf. Acesso em: 25 mar. 2023.

CAMPBELL-LENDRUM, D.; WOODRUFF, R. Climate change: quantifying the health impact at national and local levels. Environmental Burden of Disease Series, No. 14. PRÜSS-ÜSTÜN, A.; CORVALÁN, C. (eds.). *World Health Organization*. Geneva, 04 dez, 2007. Disponível em: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/6670e28d-10cb-4c72-b0c1-65a8da95eb34/content>. Acesso em: 25 abr. 2023

CAVALCANTI, I. F. *Tempo e clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

CBD. Decision 14/8, Protected areas and other effective area-based conservation measures. (OECMs.) Convention on Biological Diversity (CDB), Conference of Parties, 14th (CoP-14), Sharm El-Sheikh, Egypt, 17-29 Nov. 2018. (CBD/COP/DEC/14/8; 30 Nov. 2018.).

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN). *Nota Técnica nº529/2024/SEI-CEMADEN: Avaliação da Criticidade da Seca no Brasil – agosto de 2024.* Processo nº 01242.000365/2024-30. São José dos Campos: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/monitoramento/monitoramento-de-seca-para-o-brasil/monitoramento-de-secas-e-impactos-no-brasil-agosto-2024/NOTATECNICAN529202SEICEMADENSECAS.pdf>. Acesso em: 13 set. 2024.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTA DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN); INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). *Elaboração dos Mapas de Índice de Aridez e Precipitação Total Acumulada para o Brasil.* Disponível em: https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/noticias-cemaden/estudo-do-cemaden-e-do-inpe-identifica-pela-primeira-vez-a-ocorrencia-de-uma-regiao-arida-no-pais/nota-tecnica_aridas.pdf.

CLARKE, B. et al. *Climate change, not El Niño, main driver of extreme drought in highly vulnerable Amazon River Basin.* London: Imperial College London, 2024a. Disponível em: <https://spiral.imperial.ac.uk/handle/10044/1/108761>.

CLARKE, B. et al. *Climate change, El Niño and infrastructure failures behind massive floods in southern Brazil.* London: Imperial College London, 2024b. Disponível em: <https://spiral.imperial.ac.uk/handle/10044/1/111882>.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS MUNICÍPIOS (CNM). *Danos e Prejuízos Causados por Desastres.* Brasília, 2021. Disponível em: https://cnm.org.br/storage/biblioteca/2022/Estudos_tecnicos/202204_ET_DEF_Danos_Prejuizos_Causados_Desastres.pdf. Acesso em: 20 out. 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS MUNICÍPIOS – CNM. *Impactos da crise hidroenergética nos municípios.* Brasília: CNM, p.14, 2021. Disponível em: <https://www.cnm.org.br/storage/biblioteca/Estudo%20crise%20hidroenergetica%202021.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2024.

CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE A MUDANÇA DO CLIMA (CQNUMC). *Acordo de Paris.* Bonn: UNFCCC, 2015. Disponível em: <https://unfccc.int/documents/631600>.

COPERTINO, M. S. et al. Zonas Costeiras. In: NOBRE, C.; MARENKO, J. (eds.). *Mudanças climáticas em rede: um olhar interdisciplinar – contribuições do Instituto de Ciência e Tecnologia para mudanças climáticas.* São José dos Campos: INCT, 2017. p. 608.

COSTA, M. A.; THADEU, M.; FAVARÃO, C. B. (org.). *A Nova Agenda Urbana e o Brasil: insumos para sua construção e desafios a sua implementação.* Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2012. PDF disponível em: portal Ipea. Acesso em: 15 jul. 2025.

COSTA, A. da C. *Não existe Justiça Climática sem reparação histórica.* Um Só Planeta, 14 set. 2023. Disponível em: <https://umsoplaneta.globo.com/opiniao/colunas-e-blogs/amanda-da-cruz-costa/post/2023/09/nao-existe-justica-climatica-sem-reparacao-historica.ghtml>. Acesso em: 04 mar. 2024.

CRAMER, W. et al. Detection and attribution of observed impacts. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B. et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. v.1, p. 979-1037, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415379>. Acesso em: 01 fev. 2024.

CUNHA, A. P.; et al. *Secas e seus Impactos no Brasil 2018*, n. 1. São José dos Campos: CEMADEN, jan. 2019. 19p. Disponível em: <http://www2.cemaden.gov.br/secas-e-seus-impactos-no-brasil-em-2018/>. Acesso em: jan. 2019.

DARROW, V. A.; MORELLI, T. L.; ESTRADA, J. F.; et al. *Managing climate-change refugia to prevent extinctions*. Trends in Ecology & Evolution, [s. l.], v. 39, n. 9, p. 800-808, set. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2024.05.002>.

DIAS, Rafaela Ferreira. *Racismo ambiental frente a era das mudanças climáticas: uma análise da percepção social no Brasil*. 2023. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência Política) — Universidade de Brasília, Brasília, 2023.

DUNN, R. J. H. et al. Development of an Updated Global Land In Situ-Based Data Set of Temperature and Precipitation Extremes: HadEX3. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, [S.l.] v. 125, n. 16, p. 1-28, 27 ago. 2020. Disponível em: <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/46579>.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). *Balanço Energético Nacional. Relatório Síntese 2022*. Apresentação. 2022. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-675/topico-631/BEN_S%C3%ADntese_2022_PT.pdf. Acesso em: 20 mai. 2024.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). *Balanço Energético Nacional. Relatório Síntese 2023*. Apresentação. 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2023>. Acesso em: 20 mai. 2024.

FLEISCHMANN, A. S. et al. Extreme warming of Amazon waters in a changing climate. *EarthArXiv*. p.31. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.31223/X56D9T>. Acesso em: 17 set. 2024.

FLORES, B. M. et al. *Critical transitions in the Amazon forest system*. *Nature*, v. 626, n. 7999, p. 555–564, 15 fev. 2024.

GOMES, A. F.; NOBRE, A. A.; CRUZ, O. G. Temporal analysis of the relationship between dengue and meteorological variables in the city of Rio de Janeiro, Brazil, 2001-2009. *Cad. Saúde Pública* [online], v. 28, n. 11, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2012001100018>.

GOMES, S. M.; CARVALHO, A. M.; CANTALICE, A. S.; et al. *Nexus among climate change, food systems, and human health: An interdisciplinary research framework in the Global South*. *Environmental Science & Policy*, [s. l.], v. 161, p. 103885, 2024. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1462901124002193>. Acesso em: 3 out. 2024.

GRIMM, A. M.; TEDESCHI, R. G. *ENSO and Extreme Rainfall Events in South America*. *Journal of Climate*, v. 22, n. 7, p. 1589–1609, 1 abr. 2009.

GUTIÉRREZ, J. M. et al. *IPCC WGI Interactive Atlas: Regional information (Advanced)*. DATASET: CMIP6. Disponível em: <http://interactive-atlas.ipcc.ch/>. Acesso em: 1 abr. 2024a.

GUTIÉRREZ, J. M. et al. *IPCC WGI Interactive Atlas: Regional information (Advanced)*. DATASET: CORDEX South America. Disponível em: <http://interactive-atlas.ipcc.ch/>. Acesso em: 1 abr. 2024b.

HARARI, J.; FRANÇA, C. A. S.; CAMARGO, R. Variabilidade de longo termo de componentes de maré e do nível médio do mar. Na costa brasileira. *Afro-America Gloss News Edição*, [S.l.], v. 11, n. 1, Jan. 2004. Disponível em: http://maptolab.io.usp.br/aagn/aagn11/ressimgf_versao2008.pdf.

HORTA, M. A.; et al. Temporal relationship between environmental factors and the occurrence of dengue fever. *International Journal of Environmental Health Research*, [S.l.] v. 24, n. 5, p. 471-81, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09603123.2013.865713>.

HOUZE, R. A. Jr. *Mesoscale convective systems*, Rev. Geophys., v. 42, RG4003. 2004. doi:10.1029/2004RG000150.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *IBGE Cidades*. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: set. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Censo Agropecuário: resultados definitivos: Censo Agrícola*. Rio de Janeiro: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2019. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/resultados-censo-agro-2017/resultados-definitivos.html>; https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf. Acesso em: 13 set. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Quadro geográfico de referências para produção, análise e disseminação de estatísticas do IBGE: Atualização 2024*. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/quadrogeografico/#/home>. Acesso em: 15 jul. 2025.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). Sistema de Comando de Incidente é instaurado em Coari por causa da morte botos. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/noticias/ultimas-noticias/icmbio-instaura-sistema-de-comando-de-incidente-em-coari-por-causa-da-morte-de-75-botos>. Acesso em: 20 fev. 2024.

THE INTERNAL DISPLACEMENT MONITORING CENTRE (IDMC). *Global Report on Internal Displacement 2024*. Genebra, SUIÇA. 2024. Disponível em: <https://api.internal-displacement.org/sites/default/files/publications/documents/IDMC-GRID-2024-Global-Report-on-Internal-Displacement.pdf>.

IIS – Instituto Internacional para a Sustentabilidade. *Mudança do Clima, Infraestruturas Críticas no Brasil e Dano Econômico. Sumário Executivo*. Rio de Janeiro: IIS, 2019. Disponível em: <https://www.iis-rio.org/publicacoes/mudanca-do-clima-infraestruturas-criticas-no-brasil-e-dano-economico/>. Acesso em: 12 out. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). *Estado do clima no brasil em 2022*. Edição digital. Coordenação de Meteorologia Aplicada, Pesquisa e Desenvolvimento. Brasília. 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/uploads/notastecnicas/Estado-do-clima-no-Brasil-em-2022-OFICIAL.pdf#page=1&zoom=auto,-99,842>.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). *Normais climatológicas do Brasil: Variações Climáticas*. Disponível em: https://clima.inmet.gov.br/VariacoesClimaticas/1961-1990/diferenca_precipitacao. Acesso em: 1 abr. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). *Análise de mudanças observadas para o período de 1961 a 2020. Contribuição para a estratégia geral do Plano Clima Adaptação.* São José dos Campos: INPE, 2023.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* PARRY, M. L. et al. (eds.). Cambridge: Cambridge University Press, 2007. p. 976.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* BARROS, V. R. et al. (eds.). Cambridge: Cambridge University Press, 2014. 1132 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Global Warming of 1.5°C: An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.* MASSON-DELMOTTE, V. et al. (eds.). Cambridge: Cambridge University Press, 2018. 616 p. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/9781009157940>.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Annex II: Glossary [Möller, V., et al. (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, et al. (eds.)].* Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 2897–2930, doi:10.1017/9781009325844.029.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* 1. ed. [s.l.] Cambridge University Press, 2023.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* 1. ed. [s.l.] Cambridge University Press, 2022.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (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, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001.

JAFINO, B.A. et al. Focusing on differences across scenarios could lead to bad adaptation policy advice. *Nat. Clim. Chang.*, [S.l.], v. 11, p. 394–396, 15 abr. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01030-9>.

JOLY, C. A. et al (eds.). *1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos.* São Carlos: Cubo, 2019. p. 351.

KERBER, G. Justiça climática. *Revista Eclesiástica Brasileira*, v. 70, n. 277, p. 22-38, 2010. Disponível em: <https://reb.itf.edu.br/reb/article/view/1201>.

KEW, S. et al. *Strong influence of climate change in uncharacteristic early spring heat in South America.* [s.l: s.n.], 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.25561/106753>.

KUSHNIR, Y. et al. *Towards operational predictions of the near-term climate*. Nature Climate Change, v. 9, n. 2, p. 94–101, fev. 2019.

LACERDA, L. F. et. al. *Medio ambiente y corrupción en América Latina y el Caribe*. – São Leopoldo: Casa Leiria, 2024. Disponível em: <https://olma.org.br/wp-content/uploads/2024/10/MedioAmbienteyCorrupcion.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2025.

LENTON, T. M. et al. *Climate tipping points — too risky to bet against*. Nature, v. 575, n. 7784, p. 592–595, 28 nov. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/d41586-019-03595-0>.

LI, C. et al. *Changes in Annual Extremes of Daily Temperature and Precipitation in CMIP6 Models*. Journal of Climate, v. 34, n. 9, p. 3441–3460, maio 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-19-1013.1>.

LOMBARDO, Magda Adelaide. *Ilha de calor nas metrópoles o exemplo de são paulo*. 1985. São Paulo: Hucitec. Acesso em: 15 jul. 2025.

LOUBACK, A. C. et al. *Quem Precisa de Justiça Climática no Brasil?*. Observatório do Clima. 2022. Disponível em: https://www.oc.eco.br/wp-content/uploads/2022/08/Quem_precisa_de_justica_climatica-DIGITAL.pdf. Acesso em: 15 jan. 2024.

MAPBIOMAS. *Brasil teve 4,48 milhões de hectares queimados entre janeiro e junho deste ano*. 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2024/07/12/brasil-teve-448-milhoes-de-hectares-queimados-entre-janeiro-e-junho-deste-ano/>. Acesso em: 10 set. 2024.

MARENGO, J. A. et al. *Recent developments on the South American monsoon system*. International Journal of Climatology, v. 32, n. 1, p. 1–21, jan. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/joc.2254>.

MARENGO, J. A. et al. *Recent Extremes of Drought and Flooding in Amazonia: Vulnerabilities and Human Adaptation*. American Journal of Climate Change, v. 2, n. 2, p. 87–96, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4236/ajcc.2013.22009>.

MARENGO, J. A. et al. *Risk management and vulnerability to sea level rise in Brazil, with emphasis to the legacy of the metropole project in santos*. São Paulo, 2022. DOI: 10.14295/derb.v43.768. Disponível em: <https://revistaig.emnuvens.com.br/derbyana/article/view/768/763>.

MARENGO, J. A. et al. *The METROPOLE Project – An Integrated Framework to Analyse Local Decision Making and Adaptive Capacity to Large-Scale Environmental Change: Decision Making and Adaptation to Sea Level Rise in Santos, Brazil*. In: NUNES, L; GRECO, R; MARENGO, J. (Ed.). *Climate Change in Santos Brazil: Projections, Impacts and Adaptation Options*. [s.l.]: Springer, 2018. p. 302. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-96535-2_1.

MARENGO, J. A.; SCARANO, F. R. *Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas*. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 2016. p. 184. Disponível em: https://ppgoceano.paginas.ufsc.br/files/2017/06/Relatorio_DOIS_v1_04.06.17.pdf.

MARENGO, J.; BERNASCONI, M. *Regional differences in aridity/drought conditions over Northeast Brazil: present state and future projections*. Climatic Change, v. 129, p. 103–115, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1310-1>.

MARQUES, M.; RODRIGUEZ, Daniel. *Impacts of the Landscape Changes in the Low Streamflows of Pantanal Headwaters – Brazil*. *Hydrological Processes*, v. 36, n. 6. mai 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/hyp.14617>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/hyp.14617?msockid=1af302a1a6f16665130f1634a7e567b3>.

MARY ROBINSON FOUNDATION – CLIMATE JUSTICE (MRFJC). *Principles of Climate Justice*. Dublin: Mary Robinson Foundation – Climate Justice, 2011. Disponível em: <https://www.mrfcj.org/principles-of-climate-justice/>. Acesso em: 10 jun. 2023.

MASTRANDREA, M. D. et al. *The IPCC AR5 guidance note on consistent treatment of uncertainties: a common approach across the working groups*. *Climatic Change*, v. 108, n. 4, p. 675–691, out. 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-011-0178-6>.

MECHLER, R.; SINGH, C.; EBI, K. et al. *Loss and Damage and limits to adaptation: recent IPCC insights and implications for climate science and policy*. *Sustain Sci* 15, 1245–1251 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00807-9>.

MIRANDA, V.F.V.; DOS SANTOS, D.M.; PERES, L.F. et al. *Heat stress in South America over the last four decades: a bioclimatic analysis*. *Theor Appl Climatol*, 2023. <https://doi.org/10.1007/s00704-023-04668-x>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-023-04668-x>.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Relatório de Estruturação das Ações e Indicadores Globais do Plano de Recuperação dos Reservatórios de Regularização do País*. Brasília: MME. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/secretaria-nacional-energia-eletrica/plano-de-recuperacao-de-reservatorios-prr/RELATRIODEESTRUTURAODESEDEFINIDOSINDICADORESGLOBAISPRRREV2.pdf>. Acesso em: outubro de 2024.

MONTEIRO, C. A. de F. *A cidade como processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano: estratégias na abordagem geográfica*. *Geosul*, v. 5, n. ja/ju 1990, p. 80-114, 1990. Tradução. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/12740>. Acesso em: 15 jul. 2025.

MONTEIRO, C. A. de F. *Teoria e clima urbano*. 1975. Tese (Livre Docência) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975.

MONTEIRO DOS SANTOS, D.; LIBONATI, R.; GARCIA, B. N.; GEIRINHAS, J. L.; SALVI, B. B.; SILVA, E. L.; RODRIGUES, J. A.; PERES, L. F.; RUSSO, A.; GRACIE, R.; GURGEL, H.; TRIGO, R. M. *Twenty-first-century demographic and social inequalities of heat-related deaths in Brazilian urban areas*. *PLOS ONE*, v. 19, n. 1, e0295766, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0295766>.

MORAES-FILHO, I. M. et al. *Racismo Ambiental e Saúde Planetária na Atenção Primária à Saúde: O Papel Transformador da Enfermagem*. *REVISA*, v.13, n.1., 2024, 1-5. Disponível em: <https://doi.org/10.36239/revisa.v12.n4.p1a5>.

MOTTA, R. S. *The Economics of Biodiversity in Brazil: the case of forest*. Brasília: IPEA, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/server/api/core/bitstreams/0d499ac0-0260-44eb-8ecd-b41871450908/content>. Acesso em: 11 jul. 2023.

MYERS, N. et al. *Biodiversity hotspots for conservation priorities*. *Nature*, [S.l.], v. 403, p. 853–858, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/35002501>.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA); JET PROPULSION LABORATORY (JPL). *NASA Sea Level Portal. Data Analysis Tool 2.0.* 2024. Disponível em: <https://sealevel.nasa.gov/data-analysis-tool/>. Acesso em: 4 abr. 2024.

NOAA – NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. *NOAA confirms 4th global coral bleaching event.* Washington: NOAA, 2024. Disponível em: <https://www.noaa.gov/news-release/noaa-confirms-4th-global-coral-bleaching-event>. Acesso em: 1 out. 2024.

NÚCLEO CIÊNCIA PELA INFÂNCIA (NCPI). *O calor extremo afeta o desenvolvimento e a saúde na primeira infância.* [S.l.]: CONSELHO CIENTÍFICO DA PRIMEIRA INFÂNCIA, Jul. 2024. Disponível em: <https://ncpi.org.br/wp-content/uploads/2024/07/O-calor-extremo-afeta-o-desenvolvimento-e-a-saude-na-primeira-infancia.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2025.

NOBRE, C. A. et al. *Some Characteristics and Impacts of the Drought and Water Crisis in Southeastern Brazil during 2014 and 2015.* Journal of Water Resource and Protection, v. 8, n. 2, p. 252-262, 2016.

NOVAES, R. L. M.; FELIX, S.; SOUZA, R. DE F. *Save Caatinga from drought disaster.* Nature, 2013. Nature, [S.l.], v. 498, n. 170, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/498170a>.

O'NEILL, B.C. *Envisioning a future with climate change.* Nature Climate Change, v.13, p. 874-876, 2023. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01784-4>.

OKE, T. R. *The energetic basis of the urban heat island.* Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, v. 108, p. 1-24, 1982.

OLIVER, E. C. J. et al. *Longer and more frequent marine heatwaves over the past century.* Nature Communications, v. 9, n. 1, p. 1324, 10 abr. 2018. Nature, [S.l.], v. 498, n. 170, 2013. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-018-03732-9>.

OLSSON, L. et al. *Livelihoods and Poverty.* In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* FIELD, C. B.; BARROS, V. R.; DOKKEN, D.J.; MACH, K. J.; MASTRANDREA, M. D.; BILIR, T. E.; CHATTERJEE, M.; EBI, K. L. et al. (eds.). Tran. R., v.E1421, p. 793-832. Cambridge; United Kingdom; New York: Cambridge University Press, 2014.

OMETTO, J. P. et al. *Amazon forest biomass density maps: Tackling the uncertainty in carbon emission estimates.* Climatic Change, 2014. p. 545-560, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1058-7>.

OMETTO, J. P.; et al. *Interações entre Natureza e Sociedade: trajetórias do presente ao futuro.* In: Joly, C.A. et al. (eds). *1º diagnóstico brasileiro de biodiversidade e serviços ecossistêmicos.* São Carlos: Editora Cubo, 2018. p. 214-249, 2018. Disponível em: https://www.bpbes.net.br/wp-content/uploads/2019/09/BPBES_Completo_VF-1.pdf.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). *EAR diário por reservatório.* Disponível em: <https://dados.ons.org.br/dataset/ear-diario-por-reservatorio>. Acesso em: mar. 2025

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Assembleia Geral. Global Compact for Safe, Orderly and Regular Migration.* dez. 2018. Disponível em: <https://docs.un.org/en/A/RES/73/195>. Acesso em: 23 jul. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Comissão de Direitos Humanos, Princípios Orientadores relativos aos Deslocados Internos*, 1998. Disponíveis em: https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/portugues/BD_Legal/Documentos_da_ONU/Principios_orientadores_relativos_aos_deslocados_internos_1998.pdf.

OPPENHEIMER, M.; et al. Emergent Risks and Key Vulnerabilities. In: FIELD, C. B.; et al. (eds.). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. p. 1039-1099.

OTTO, F. E. L. et al. *How to Provide Useful Attribution Statements: Lessons Learned from Operationalizing Event Attribution in Europe*. Bulletin of the American Meteorological Society, v. 103, n. 3, p. S21-S25, mar. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-21-0267.1>. Acesso em: 14 nov. 2023.

PAZ, M.G.A. da et al. Vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas em cidades brasileiras. In: GÜNTHER, W. M. R.; PHILIPPI JR, A. (Orgs.). *Construindo sustentabilidade em contextos urbanos* [recurso eletrônico]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, p. 27-54. 2022. Disponível em: <https://www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/953>. Acesso em: 01 out. 2024.

PACHECO, T. *Desigualdade, injustiça ambiental e racismo: uma luta que transcende a cor*. Combate ao Racismo Ambiental, 2007. Disponível em: <https://racismoambiental.net.br/textos-e-artigos/desigualdade-injustica-ambiental-e-racismo-uma-luta-que-transcende-a-cor/>. Acesso em: 26 set. 2024.

PEARCE-KELLY, P. et al. Assessment of warm-water coral reef tipping point thresholds. *Earth System Dynamics Discussions*, [S.l.] 2024. In review. Disponível em: <https://doi.org/10.5194/esd-2023-35>. Acesso em: 15 set. 2024.

PEREIRA, D.; AMPARO, T. Raça, clima e direito: um debate sobre justiça climática. *Diálogos Socioambientais*, [s.l.], v. 6, N. 17, p. 10-12. 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufabc.edu.br/index.php/dialogossocioambientais/article/view/924>.

PES, M. P. et al. *Climate trends on the extreme winds in Brazil*. Renewable Energy, v. 109, p. 110-120, ago. 2017.

PINHO, P. F. *Watching Brazil but missing the story: An Amazonian inferno*. Latin American Studies Association – Special Issue on Environmental Justice and Climate Change in Latin America LASAFORUM, v. XLVIII, n. 4, p. 21-25, Fall 2016. Disponível em: <https://forum.lasaweb.org/files/vol47-issue4/Debates4.pdf>.

PINHO, P. F.; MARENGO, J. A.; SMITH, M. S. *Complex socio-ecological dynamics driven by extreme events in the Amazon*. *Regional Environmental Change*, v. 15, n. 4, 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-014-0659-z>.

PIRES, A. V. et al. *Updated Design Wind Map for Brazil and Impacts on the Reliability of Built Structures*. ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part A: Civil Engineering, v. 7, n. 4, p. 04021058, dez. 2021. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/AJRUA6.0001183>.

REGOTO, P. et al. *Observed changes in air temperature and precipitation extremes over Brazil*. International Journal of Climatology, v. 41, n. 11, p. 5125–5142, set. 2021. Disponível em: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.7119>.

REISINGER, A.; HOWDEN, M; VERA, C. et al. *The Concept of Risk in the IPCC Sixth Assessment Report: A Summary of Cross-Working Group Discussions*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland. 2020. p.15. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2021/02/Risk-guidance-FINAL_15Feb2021.pdf. Acesso em: 24 jun. 2024.

ROY, J. et al. *Sustainable Development, Poverty Eradication and Reducing Inequalities*. In: MASSONDELMOTTE, V.; ZHAI, P.; PÖRTNER, H.-O.; ROBERTS, D.; SKEA, J.; SHUKLA, P.R.; PIRANI, A.; W. M.-O.; PÉAN, C.; PIDCOCK, R.; CONNORS, S.; MATTHEWS, J. B. R.; CHEN, Y.; ZHOU, X.; GOMIS, M. I.; LONNOY, E.; MAYCOCK, T.; TIGNOR, M. A.; WATERFIELD, T. (Eds.). *An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development*. [s.l.: s.n.], 2018. p. 435-558. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_Low_Res.pdf. Acesso em: 25 jun. 2024.

RUFINO, R. et al. Surtos de diarreia na região Nordeste do Brasil em 2013, segundo a mídia e sistemas de informação de saúde – Vigilância de situações climáticas de risco e emergências em saúde. *Ciênc. Saúde Coletiva [online]*, [S.l.], v. 21, n. 3, p.777-788, mar 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/sQPTg5j4qQS47dsJVrX9DRK/>.

SCHERER, M. E. G. et al. Under pressure: an integrated assessment of human activities and their potential impact on the ecosystem components of the Southern Brazilian continental shelf. *npj Ocean Sustainability*, [S.l.] v. 3, n. 1, p. 9, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s44183-024-00044-y>.

SILVA, C. V. J. et al. *Drought-induced Amazonian wildfires instigate a decadal-scale disruption of forest carbon dynamics*. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 2018a.

SILVA, F. D. et al. Temporal relationship between rainfall, temperature and occurrence of dengue cases in São Luís, Maranhão, Brazil. *Ciênc. Saúde coletiva [online]*, [S.l.], v. 21, n. 2, p. 641-646. fev 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232015212.09592015>.

SILVA, N. S. et al. *Ocorrência de Ondas de Calor com Dados de Reanálises em Áreas do Nordeste, Amazônia e Centro-Sudeste do Brasil*. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 37, n. 4, 441 451, 2022. DOI: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/nY4D3kzrPmZhH5zxrg3Vvrm/?format=html&lang=pt>.

SILVA, P. L. A. *Biodiversidade e mudanças climáticas no Brasil: levantamento e sistematização de referências*. WWF Brasil (Relatório). Brasília, 2018b. Disponível em: https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/WWF_Levantamento_21maio18_nr09.pdf.

SIMPSON, N.P. et al. *A framework for complex climate change risk assessment*. One Earth, v. 4, n. 4, 2021, p. 489-501, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.03.005>.

SMITH, L. T. et al. *Drought impacts on children's respiratory health in the Brazilian Amazon*. Scientific Reports, v. 4, n. 1, p. 3726, 16 jan. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/srep03726>.

SOUSA, T. C. M. et al. Doenças sensíveis ao clima no Brasil e no mundo: revisão sistemática. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 2018, v. 42, e85. Disponível em: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2018.85>.

STAFFORD-SMITH, M. et al. *Climate change adaptation guidance: Clarifying three modes of planning and implementation*. Elsevier B. V. 2022.

STEFFEN, W. et al. *Trajectories of the Earth System in the Anthropocene*. Proceedings of the NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, v. 115, n. 33, p. 8252–8259, 14 ago. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.1810141115>.

TOMASELLA, J. et al. *The droughts of 1997 and 2005 in Amazonia: floodplain hydrology and its potential ecological and human impacts*. Climatic Change, v. 116, n. 3-4, p. 723-746, 13 fev. 2013.

TORRES, P. H. C. et al. Justiça climática e as estratégias de adaptação às mudanças climáticas no Brasil e em Portugal. *Estudos Avançados*, v. 35, n. 102, p. 159-176, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35102.010>.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). *Decision –/CMA.5: Glasgow–Sharm el Sheikh work programme on the global goal on adaptation referred to in decision 7/CMA.3*. Conferência das Partes atuando como reunião das Partes no Acordo de Paris (CMA), 5., Dubai, 2023. Aprovada em 13 dez. 2023. Documento não editado, UNFCCC, 2023. Disponível em: <https://unfccc.int/documents/636123>. Acesso em: 17 jun. 2025.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). *25 Years of Adaptation under the UNFCCC*. Report by the Adaptation Committee, 2019. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/AC_25%20Years%20of%20Adaptation%20Under%20the%20UNFCCC_2019.pdf.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). *Data for adaptation at different spatial and temporal scales* – Technical paper by the Adaptation Committee. Alemanha, 2020.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). *Various approaches to long-term adaptation planning* – Technical paper by the Adaptation Committee. Alemanha, 2019. Disponível em: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/varioussapproaches%20.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2023.

UNIÃO EUROPEIA. *Diretiva (UE) 2022/2557 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de dezembro de 2022, relativa à resiliência das entidades críticas e que revoga a Diretiva 2008/114/CE do Conselho*. Jornal Oficial da União Europeia, Bruxelas, L 333, p. 164–196, 27 dez. 2022. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32022L2557>.

ÚNICA - União da Indústria de Cana-de-Açúcar. *Balanço da Safra 2014/2015*. São Paulo: UNICA, 2014. Disponível em: https://www.novacana.com/pdf/unica_balanco_anual_181214.pdf#:~:text=Evolu%C3%A7%C3%A3o%20da%20produtividade%20agr%C3%ADcola%20no%20Estado%20de%20S%C3%A3o%20Paulo. Acesso em: 19 mar. 2024.

UNITED KINGDOM (UK/CCR). *Department for Environment, Food & Rural Affairs*. UK Climate Change Risk Assessment 2017. London: Gov.uk, 18 jan. 2017. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/publications/uk-climate-change-risk-assessment-2017>.

UNITED NATIONS (UN). *Surging Seas in a warming world: the latest science on present-day impacts and future projections of sea level rise. Technical Brief*. Manhattan: UN, 2024. Disponível em: https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/slr_technical_brief_26_aug_2024.pdf. Acesso em: 02 out. 2024.

UNITED STATES. *Cybersecurity and Infrastructure Security Agency. Understanding and Managing Critical Infrastructure Risks*. Washington, DC: CISA, 2023. Disponível em: <https://www.cisa.gov>.

URBVERDE. *Plataforma UrbVerde: dados gratuitos para cidades mais verdes e sustentáveis*. São Carlos: Instituto de Arquitetura e Urbanismo da USP, 2024. Disponível em: <https://urbverde.iau.usp.br/>.

VIANNA, M. D. de A. Mulheres, crise climática e COP27: o protagonismo feminino sob a lente da justiça climática. *Organicom*, v. 19, n. 40, p. 90-110, 2023. DOI:10.11606/issn.2238-2593.organicom.2022.206653. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/organicom/article/view/206653>.

VIEIRA, R. M. S. P. et al. *Identifying areas susceptible to desertification in the Brazilian northeast*. *Solid Earth*, v. 6, p. 347-360, 2015.

VOUSDOUKAS, M. I. et al. Global probabilistic projections of extreme sea levels show intensification of coastal flood hazard. *Nature Communications*, v. 9, n. 1, p. 2360, 18 jun. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04692-w>.

WISE, R.M et al. *Reconceptualizing adaptation to climate change as part of pathways of change and response*. *Global Environmental Change* 28, 2014, p. 325-336. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.12.002>.

WUNDERLING, N. et al. *Interacting tipping elements increase risk of climate domino effects under global warming*. *Earth System Dynamics*, v. 12, n. 2, p. 601–619, 3 jun. 2021.

WUNDERLING, N.; VON DER HEYDT, A. S.; AKSENOV, Y.; BARKER, S.; BASTIAANSEN, R.; BROVKIN, V.; et al. *Climate tipping point interactions and cascades: A review*. *Earth System Dynamics*, v. 15, p. 41–74, Jan. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5194/esd-15-41-2024>.

XAVIER, A.C.; SCANLON, B.R.; KING, C.W.; ALVES, A.I. *New improved Brazilian daily weather gridded data (1961–2020)*. *International Journal of Climatology*, v. 42, p. 8390-8404, 2022. <https://doi.org/10.1002/joc.7731>.

ZACHARIAH, M. et al. *Climate change increased heavy rainfall, hitting vulnerable communities in Eastern Northeast Brazil*. London: Imperial College London, 2022. Disponível em: <https://www.worldweatherattribution.org/wp-content/uploads/Brazil-Floods-Scientific-report.pdf>.

ZHANG, J. et al. Extinction risk of North American seed plants elevated by climate and land-use change. *Journal of Applied Ecology*, v. 54, p. 303-312, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12701>.



Glossário

Adaptação à mudança do clima – Processo de ajuste dos sistemas naturais e humanos ao clima presente e futuro, bem como seus efeitos. Inclui mudanças em ações e medidas para moderar ou evitar danos potenciais ou explorar oportunidades benéficas (IPCC, 2022).

Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) – O uso de atividades de gestão de ecossistemas para aumentar a resiliência e reduzir a vulnerabilidade de pessoas e ecossistemas à mudança do clima (IPCC, 2022).

Adaptação incremental – Refere-se a pequenas melhorias ou mudanças, normalmente no curto prazo (UNFCCC, 2019).

Adaptação transformacional – Altera as propriedades essenciais de um sistema (social, ecológico, econômico etc.) em antecipação à mudança do clima e seus impactos, e se refere a adaptações amplas e mais profundas, com uma perspectiva de longo prazo. Também pode se estender além dos ciclos políticos para se tornar parte da maneira como as comunidades operam (UNFCCC, 2019).

Má-adaptação – Ações que podem levar a resultados adversos em outros setores, temas, territórios ou populações, incluindo o aumento das emissões de gases de efeito estufa (GEE), aumento ou mudança na vulnerabilidade à mudança do clima, resultados mais desiguais ou diminuição do bem-estar, agora ou no futuro. Na maioria das vezes, a má-adaptação é uma consequência não intencional (baseado em IPCC, 2022).

Limites da adaptação – O ponto em que os objetivos de pessoas ou grupos (ou necessidades de um sistema) não podem ser assegurados frente a riscos climáticos por meio de ações de adaptação. Podem ser rígidos (hard) ou flexíveis (soft). Limite rígido de adaptação é quando nenhuma ação adaptativa é possível para evitar riscos. Limite flexível de adaptação é quando podem existir opções, mas atualmente não estão disponíveis para evitar riscos intoleráveis por meio de ação adaptativa (IPCC, 2022).

AdaptaBrasil – O AdaptaBrasil é uma plataforma interativa com a apresentação de índices de risco climático no presente e no futuro, a partir de suas dimensões – ameaça, vulnerabilidade e exposição – para diferentes setores e temas. O AdaptaBrasil foi instituída por meio da Portaria nº 3.896, de 16 de outubro de 2020, foi desenvolvido por meio de uma cooperação entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Rede Nacional de Pesquisa e Ensino (RNP), sendo fomentado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e conta com a colaboração de diversas instituições parceiras, que desempenham papéis fundamentais na coprodução da avaliação do risco climático o desenvolvimento e aprimoramento da plataforma (Brasil, 2024).

Ameaça (climática ou relacionada ao clima) – Corresponde à potencial ocorrência de um evento ou tendência física, natural ou induzida pelo homem, que pode causar perda de vidas, danos e outros impactos à saúde, bem como perdas e danos a propriedades, modos de vida, provisão de serviços, ecossistemas e recursos ambientais (IPCC, 2022).

Capacidade adaptativa – Habilidade de sistemas, instituições, pessoas e outros organismos de se ajustarem a um dano potencial, tirar proveito de oportunidades ou de responder a consequências (IPCC, 2022).

Clima urbano – Clima resultante da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada de limite urbano e que agem no sentido de alterar o clima em escala urbana e local. Seus efeitos mais diretos são percebidos pela população por meio de manifestações ligadas ao conforto térmico, à qualidade do ar, aos impactos pluviais e a outras manifestações capazes de desorganizar a vida da cidade e deteriorar a qualidade de vida de seus habitantes (Monteiro, 1975).

Cobenefício – Um efeito positivo que uma política ou medida voltada para um determinado objetivo exerce sobre outro objetivo, aumentando, assim, o benefício total para a sociedade ou para o meio ambiente. Os cobenefícios também são chamados de benefícios colaterais (IPCC, 2022).

Comitê de Adaptação da UNFCCC – É um órgão técnico da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) com o objetivo de promover ações mais eficazes e coordenadas de adaptação climática, especialmente em países em desenvolvimento. Foi estabelecido no âmbito do Marco de Cancún (2010).

Desenvolvimento Resiliente ao Clima – Processo inclusivo que integra as medidas de adaptação climática e mitigação das emissões dos gases de efeito estufa com o desenvolvimento sustentável, orientado pela justiça climática e respeito aos limites planetários (adaptado de IPCC, 2022).

Desenvolvimento Urbano Sustentável – É o processo de ocupação urbana orientada para o bem comum e para a redução de desigualdades, que equilibra as necessidades sociais, dinamiza a cultura, valoriza e fortalece identidades, utiliza de forma responsável os recursos naturais, tecnológicos, urbanos e financeiros, e promove o desenvolvimento econômico local, impulsionando a criação de oportunidades na diversidade e a inclusão social, produtiva e espacial de todas as pessoas, da presente e das futuras gerações, por meio da distribuição equitativa de infraestrutura, espaços públicos, bens e serviços urbanos e do adequado ordenamento do uso e da ocupação do solo em diferentes contextos e escalas territoriais, com respeito a pactos sociopolíticos estabelecidos em arenas democráticas de governança colaborativa (BRASIL, 2020).

Desertos alimentares – Áreas geográficas nas quais a disponibilidade e a acessibilidade aos alimentos saudáveis são limitadas (Ares et al., 2024).

Desigualdade social – Ocorre quando há diferenças significativas entre grupos da sociedade. As diferenças podem abranger aspectos como raça/etnia, gênero, sexualidade, renda, idade, deficiência e escolaridade. No geral, estas diferenças fazem com que certos grupos tenham mais ou menos privilégios em função das suas características culturais, sociais e econômicas (Brasil, 2021).

Desigualdade socioespacial – Ocorre quando as desigualdades sociais também se revelam no território. Normalmente grupos com menos privilégios em razão da desigualdade social costumam ocupar espaços de menor qualidade como: (1) áreas de risco; ou (2) áreas onde o Estado ou o mercado ainda não oferecem serviços essenciais para manter uma vida digna. Exemplos de serviços essenciais: transporte público, posto de saúde, escola, rede de água, rede de esgoto, energia elétrica, rede de conectividade, praça, comércio de bairro, equipamentos culturais, Centro de Referência de Assistência Social (CRAS), Centro de Referência Especializado de Assistência Social (CREAS), etc. A desigualdade socioespacial acontece de muitas formas e em muitos níveis no território: (a) dentro de bairros (ex.: áreas de risco); (b) entre os bairros e regiões de uma cidade (ex.: bairros periféricos e regiões periféricas); e (c) entre cidades (p. ex.: cidades-dormitório) (Carta Brasileira para Cidades Inteligentes) (Brasil, 2021).

Deslocamento – A movimentação de pessoas que foram forçadas ou obrigadas a abandonar suas casas ou locais de residência habitual em consequência de um desastre ou para evitar o impacto de um perigo natural imediato e previsível (UNFCCC, 2011).

Deslocados internos – Entendem-se por pessoas deslocadas internamente as pessoas ou grupos de pessoas que foram forçadas ou obrigadas a fugir ou abandonar as suas casas ou seus locais de residência habituais, nomeadamente como resultado ou para evitar os efeitos de desastres e que não cruzaram uma fronteira estatal reconhecida internacionalmente (ONU, 1998).

Direito à cidade – O direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações. O direito à cidade é um direito difuso e coletivo, de natureza indivisível, de que são titulares todos os habitantes da cidade, das gerações presentes e futuras. Direito de habitar, usar e participar da produção de cidades justas, inclusivas, democráticas e sustentáveis (Costa, Thadeu, Favarão, 2012).

Exposição – Presença de pessoas; modos de vida; espécies ou ecossistemas; funções, serviços e recursos ambientais; infraestrutura; ou ativos econômicos, sociais ou culturais em locais e configurações que podem ser adversamente afetados (IPCC, 2022).

Favelas e comunidades urbanas – Territórios populares originados das diversas estratégias utilizadas pela população para atender, geralmente de forma autônoma e coletiva, às suas necessidades de moradia e usos associados (comércio, serviços, lazer, cultura, entre outros), diante da insuficiência e inadequação das políticas públicas e investimentos privados dirigidos à garantia do direito à cidade (IBGE, 2024).

Gestão adaptativa – Processo de planejar, implementar e modificar interativamente estratégias para gerenciar recursos diante da incerteza e da mudança. Envolve ajustar abordagens em resposta às observações dos seus efeitos e às mudanças no sistema provocadas pelos efeitos de feedback resultantes e outras variáveis (IPCC, 2022).

Ilhas de calor – Considerado como um dos atributos básicos do clima urbano (Monteiro, 1990), caracterizado como uma anomalia térmica, que possui dimensões horizontais (extensão), verticais e temporais, este efeito está intimamente relacionado com o tamanho da cidade, a quantidade de construções, uso do solo, com o clima e com as condições meteorológicas daquele dado lugar (Oke, 1982). Sendo assim, a ilha de calor configura-se como um “fenômeno que associa os condicionantes derivados das ações antrópicas sobre o meio ambiente urbano, em termos de uso do solo e os condicionantes do meio físico e seus atributos geoecológicos” (Lombardo, 1985).

Impactos – As consequências da mudança do clima nos sistemas naturais e humanos. Os impactos geralmente se referem aos efeitos adversos (danos e prejuízos) sobre vidas, meios de subsistência, saúde e bem-estar, ecossistemas e espécies, ativos econômicos, sociais e culturais, serviços (incluindo serviços ecossistêmicos) e infraestrutura. Os impactos correspondentes podem ser diretos ou indiretos (adaptado de IPCC, 2022).

Incerteza – Estado de conhecimento incompleto que pode resultar da falta de fontes de informação, imprecisão nos dados ou ambiguidade de conceitos ou terminologia, ou projeções incertas do comportamento humano. A incerteza pode ser representada por medidas quantitativas ou por declarações qualitativas (por exemplo, refletindo o julgamento de uma equipe de especialistas) (IPCC, 2022).

Infraestruturas críticas – São instalações, serviços, bens e sistemas cuja interrupção ou destruição, total ou parcial, provoquem sério impacto social, ambiental, econômico, político, internacional ou à segurança do Estado e da sociedade (v. Decreto nº 9.573, de 22.11.2018). Isso inclui não só instalações e obras (infraestrutura construída), mas também ativos intangíveis e sistemas dos quais serviços essenciais dependem. Em algumas jurisdições, isso abrange, por exemplo, os sistemas de produção e distribuição de alimentos (v., p. ex., a definição dada pela CISA, dos EUA, assim como a Diretiva 2022/2557 da União Europeia).

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, da sigla em inglês) é uma organização científico-política das Nações Unidas (ONU) que tem como objetivo principal sintetizar e divulgar o conhecimento sobre a mudança do clima.

Justiça climática – Abordagem centrada no ser humano para enfrentar a mudança do clima, salvaguardando os direitos das pessoas mais vulnerabilizadas à crise climática (considerando fatores como desigualdade social, gênero, raça, capacidade, idade e origem geográfica) e partilhando os ônus e benefícios da mudança do clima e dos seus impactos de forma equitativa e justa (baseado em IPCC, 2022 e MRFCJ, 2011).

Medidas de baixo arrependimento ou não-arrependimento – Medidas que trazem benefícios independentemente das futuras condições climáticas. Essas medidas são projetadas para serem eficazes sob uma ampla gama de cenários climáticos possíveis, ajudando a reduzir os impactos negativos da mudança do clima, mesmo diante de um clima futuro incerto.

Migração (no contexto da mudança do clima) – A circulação de uma pessoa ou grupos de pessoas que, predominantemente por razões de mudança súbita ou progressiva no ambiente devido às mudanças climáticas, são obrigadas a deixar o seu local de residência habitual, ou optam por fazê-lo, temporária ou permanentemente, dentro de um Estado ou por meio de uma fronteira internacional (UNFCCC, 2011).

Mitigação (da mudança do Clima) – Intervenção humana para reduzir as emissões e concentrações de gases do efeito estufa na atmosfera, reduzindo assim o aquecimento global (IPCC, 2022).

Modos de vida – Os recursos utilizados e as atividades realizadas para garantir os meios de subsistência das pessoas. Os modos de vida geralmente são determinados pelos direitos e pelos ativos aos quais as pessoas têm acesso. Esses ativos podem ser classificados como humanos, sociais, naturais, físicos ou financeiros.

Objetivos Globais de Adaptação – Os Objetivos Globais de Adaptação, da sigla em inglês GGA – *Global Goal on Adaptation* – é um compromisso central estabelecido no Artigo 7º do Acordo de Paris, que visa aumentar a resiliência, fortalecer capacidades adaptativas e reduzir a vulnerabilidade à mudança do clima, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e garantindo uma resposta global adequada frente aos impactos do clima. São centrados em sete temas (água, agricultura, saúde, ecossistemas, infraestrutura, assentamentos humanos, patrimônio cultural) e quatro dimensões do ciclo iterativo da adaptação (impactos/risco, planejamento, execução e monitoramento) (UNFCCC, 2023).

Ondas de calor – Um período de calor anormalmente elevado, frequentemente definido com base em um limite relativo de temperatura, com duração que pode variar de dois dias a vários meses (IPCC, 2022).

Outros Mecanismos Espaciais Eficazes de Conservação (OMEC) - Uma área geograficamente definida que não seja uma área protegida, que seja governada e gerida de modo a alcançar resultados positivos e sustentáveis em longo prazo para a conservação in situ da biodiversidade, com funções e serviços ecossistêmicos associados e, quando aplicável, com valores culturais, espirituais, socioeconômicos e outros localmente relevantes (CBD, 2018).

Perdas e Danos – Referem-se aos efeitos negativos da mudança do clima, que ocorrem apesar dos esforços de mitigação e adaptação. Esses impactos podem incluir a perda de vidas, ativos, safras, infraestrutura, biodiversidade, patrimônio cultural, modos de vida e saúde (IPCC, 2022; Mechler *et al.*, 2020).

Povos e Comunidades Tradicionais – São grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição (Brasil, 2007).

Racismo ambiental – Trata-se da desproporcionalidade dos impactos ambientais e climáticos sobre a população negra, povos e comunidades tradicionais e povos indígenas, amplificando sua vulnerabilização histórica, social, ambiental, econômica e política.

Realocação planejada – É um processo em que pessoas ou grupos de pessoas se deslocam, de forma voluntária, e são assistidos para se deslocarem de suas casas ou locais de residência temporária e se instalarem em um novo local, de forma planejada, onde são oferecidas as condições necessárias para reconstruir suas vidas, incluindo infraestrutura, serviços públicos, moradia e sustento. Deve ser uma solução de último recurso, com apoio do governo, de forma participativa e implementado antes que o desastre ou o evento ainda em desenvolvimento ocorra, respeitando a cultura e os direitos das comunidades realocadas. Ocorre no contexto de risco de desastres ou degradação ambiental, incluindo quando em razão dos efeitos das mudanças do clima (UNFCCC, 2011).

Rede Clima – A Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede Clima) é um instrumento institucional da Política Nacional sobre Mudança do Clima previsto na Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Sua finalidade é impulsionar a geração de conhecimento e o avanço científico e tecnológico na área de mudança do clima, resultantes do intercâmbio de informações e da integração de competências de especialistas, pesquisadores, grupos de pesquisa e instituições científicas, tecnológicas e de inovação que tenham reconhecida competência nas áreas do conhecimento relevantes ao tema.

Refúgios Climáticos – Áreas relativamente protegidas das mudanças climáticas, que mantêm condições ambientais estáveis por mais tempo, oferecendo suporte à biodiversidade mesmo quando o ambiente ao redor se torna mais hostil. (DARROW *et al.*, 2024)

Risco climático – É o potencial de consequências adversas (ou impactos) para sistemas humanos ou ecológicos. Os riscos climáticos resultam de interações dinâmicas entre as ameaças relacionadas ao clima e a exposição e vulnerabilidade dos sistemas humanos ou ecológicos afetados (IPCC, 2022).

Sensibilidade – Grau em que um sistema ou espécies são afetados, adversa ou beneficamente, pela mudança ou variabilidade do clima (IPCC, 2022).

Serviços Ecossistêmicos – Benefícios relevantes para a sociedade gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais. Segundo a Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021, que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, podem ser classificados nas seguintes modalidades: serviços de provisão, de suporte, de regulação e serviços culturais.

Sinergias – Ações que são potencializadas por visarem um mesmo objetivo, tendo como consequência um resultado melhor que o de ações isoladas (IPCC, 2022).

Sistemas Convectivos de Mesoescala – São complexos conjuntos de tempestades organizadas, com escalas horizontais típicas de 100 a 1.000 km, que produzem chuvas intensas e ventos fortes, frequentemente associados a eventos climáticos extremos, especialmente no Sul do Brasil (CAVALCANTI *et al.*, 2009). Eles podem durar várias horas e se desenvolver em diversas regiões do mundo, influenciando significativamente o clima local e regional (HOUZE, 2004).

Soluções baseadas na Natureza (SBN) – São ações para proteger, gerir de forma sustentável e restaurar ecossistemas naturais ou modificados que abordam desafios sociais de forma eficaz e adaptativa, proporcionando simultaneamente benefícios para o bem-estar humano e a biodiversidade (IPCC, 2022).

Trade-offs – Circunstância que surge quando uma política ou medida destinada a um objetivo reduz os resultados de outro(s) objetivo(s) devido a efeitos secundários adversos, reduzindo assim potencialmente o benefício líquido para a sociedade ou o ambiente (IPCC, 2022).

Vulnerabilidade – Representa a propensão ou predisposição de ser adversamente afetado(a), e contempla uma variedade de conceitos e elementos, incluindo a sensibilidade ou susceptibilidade ao dano e a falta de capacidade de lidar e se adaptar (ou capacidade adaptativa) (IPCC, 2022).

Apêndices

APÊNDICE A – Método para a análise das mudanças observadas e futuras no Brasil

Esta análise se baseou no método Mastrandrea *et al.* (2011), o qual é usado no tratamento de incertezas nos relatórios do IPCC. O nível de incerteza, ou confiança, das mensagens-chave são baseadas no nível de *concordância* entre as conclusões de diversas fontes de dados e referências, bem como o grau de evidência associado a cada uma delas.

Foram contempladas 16 fontes de dados e referências, incluindo análises do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), informações do portal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), sexto relatório do IPCC, atlas climático do IPCC e artigos científicos revisados por pares publicados em periódicos relevantes (Quadros A1 e A2). Nesta abordagem, cada fonte recebe uma pontuação, sendo +1 para uma conclusão de aumento e -1 para uma conclusão de diminuição. Caso a fonte indique alguma incerteza (p.ex., baixa concordância entre modelos), o valor da conclusão é igual a +0,5 ou -0,5, para aumento e diminuição respectivamente. Se mais da metade das fontes concordam com aumento (ou diminuição), então há *muita evidência*, ou seja, sinal de mudança igual a ▲ (ou ▼ para diminuição). Caso contrário, resultado igual a *alguma evidência*, ou seja, sinal de mudança igual a ▲ (ou ▼ para diminuição). Se pelo menos uma fonte conclui uma mudança com um sinal oposto ao sinal das outras fontes, ou todas as fontes apresentarem nenhuma mudança (sinal = 0), então o sinal de mudança é *indefinido*, ou seja –.

Além disso, estimou-se a plausibilidade de um determinado cenário futuro, ou seja, o nível de confiança. Se ambos os períodos temporais, observado e futuro, concordam no sinal de mudança e apresentam *muita evidência*, então o cenário futuro é *plausível* (confiança alta), senão cenário futuro é *possível* (confiança média). Se houver discordância no sinal de mudança entre os períodos temporais, então o cenário futuro é *incerto*. Esta análise de confiança das mensagens-chave auxilia na priorização dos riscos associados as ameaças climáticas com futuros *plausível* ou *possível*, bem como na definição de ações de adaptação (p. ex., priorizar ações de não arrependimento para riscos associados a futuros *possíveis* ou *incertos*).

Quadro A1 – Lista de ameaças climáticas consideradas por cada fonte de dados e referência

Ameaças climáticas	Fontes de dados e referências															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Temperatura média	■				■				■							
Temperatura máxima	■				■	■	■	■	■							
Temperatura mínima	■	■	■		■			■	■							
Ondas de calor ^a			■					■								
Chuva anual	■						■	■								■
Chuva extrema ^b	■								■	■						
Chuva extrema persistente ^c	■			■						■						
Frequência de seca ^d					■					■						■
Duração da seca ^e	■		■		■			■								■
Vento severo ^f		■			■					■			■			
Nível médio do mar					■				■		■					■
Temperatura da superfície do mar										■			■			
Ondas de calor marinhas											■					
Acidificação do oceano					■											

^a índice de duração de períodos quentes (WSDI); porcentagem de dias no ano em que a temperatura máxima é maior que o percentil 90 (TX90);

^b precipitação máxima anual de 1 dia (Rx1day);

^c precipitação máxima consecutiva em um período de 5 dias no ano (Rx5day);

^d índice padronizado de precipitação (SPI);

^e duração máxima do período de seca no ano (CDD);

^f vento extremo máximo anual; vento na superfície; porcentagem de dias no ano em que o vento na superfície é maior que o percentil 90; período de retorno de 50 anos.

Fonte: Elaboração própria.

Quadro A2 – Descrição das fontes de dados e referências contempladas

Nº	Referências
1	AVILA-DIAZ, A. et al. <i>Assessing current and future trends of climate extremes across Brazil based on reanalyses and earth system model projections</i> . Climate Dynamics, v. 55, n. 5–6, p. 1403–1426, set. 2020.
2	BALLARIN, A. S. et al. <i>CLIMBra - Climate Change Dataset for Brazil</i> . Scientific Data, v. 10, n. 1, p. 47, 20 jan. 2023.
3	DUNN, R. J. H. et al. <i>Development of an Updated Global Land In Situ-Based Data Set of Temperature and Precipitation Extremes: HadEX3</i> . Journal of Geophysical Research: Atmospheres, v. 125, n. 16, p. e2019JD032263, 27 ago. 2020.
4	GUTIÉRREZ, J. M. et al. <i>IPCC WGI Interactive Atlas: Regional information (Advanced)</i> . Dataset: CMIP6. Disponível em: http://interactive-atlas.ipcc.ch/ . Acesso em: 1 abr. 2024.
5	GUTIÉRREZ, J. M. et al. <i>IPCC WGI Interactive Atlas: Regional information (Advanced)</i> . Dataset: CORDEX South America. Disponível em: http://interactive-atlas.ipcc.ch/ . Acesso em: 1 abr. 2024.
6	INMET. <i>Normais climatológicas do Brasil: Variações Climáticas</i> . Disponível em: https://clima.inmet.gov.br/VariacoesClimaticas/1961-1990/diferenca_precipitacao . Acesso em: 1 abr. 2024.
7	INPE. <i>Análise de mudanças observadas para o período de 1961 a 2020. Contribuição para a estratégia geral do Plano Clima Adaptação</i> . 2023. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2023/11/numeros-de-dias-com-ondas-de-calor-passaram-de-7-para-52-em-30-anos . Acesso em: 1 abr. 2024.
8	IPCC. <i>Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change</i> . 1. ed. [s.l.] Cambridge University Press, 2023.
9	LI, C. et al. <i>Changes in Annual Extremes of Daily Temperature and Precipitation in CMIP6 Models</i> . Journal of Climate, v. 34, n. 9, p. 3441–3460, maio 2021.
10	NASA/JPL. <i>NASA Sea Level Portal. Data Analysis Tool 2.0</i> . Disponível em: https://sealevel.nasa.gov/data-analysis-tool/ . Acesso em: 4 abr. 2024.
11	OLIVER, E. C. J. et al. <i>Longer and more frequent marine heatwaves over the past century</i> . Nature Communications, v. 9, n. 1, p. 1324, 10 abr. 2018.
12	PES, M. P. et al. <i>Climate trends on the extreme winds in Brazil</i> . Renewable Energy, v. 109, p. 110–120, ago. 2017.
13	PIRES, A. V. et al. <i>Updated Design Wind Map for Brazil and Impacts on the Reliability of Built Structures</i> . ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part A: Civil Engineering, v. 7, n. 4, p. 04021058, dez. 2021.
14	REGOTO, P. et al. <i>Observed changes in air temperature and precipitation extremes over Brazil</i> . International Journal of Climatology, v. 41, n. 11, p. 5125–5142, set. 2021.
15	TOMASELLA, J. et al. <i>Assessment of trends, variability and impacts of droughts across Brazil over the period 1980–2019</i> . Natural Hazards, 16 dez. 2022.
16	VOUSDOUKAS, M. I. et al. <i>Global probabilistic projections of extreme sea levels show intensification of coastal flood hazard</i> . Nature Communications, v. 9, n. 1, p. 2360, 18 jun. 2018.

Fonte: Elaboração própria.



Estratégia Nacional de Adaptação

Acesse os documentos completos dos
Planos Setoriais e Temáticos e do Sumário Executivo

