

Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
Ministério dos Transportes
Ministério de Portos e Aeroportos



**PLANO
CLIMA**
Adaptação

Plano Setorial de Transportes



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

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

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

Ministro de Estado

RENAN FILHO

SECRETARIA-EXECUTIVA

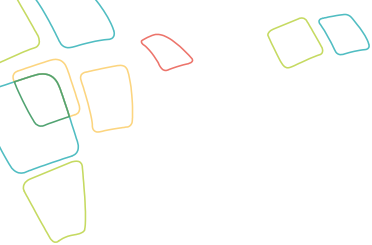
Secretário-Executivo

GEORGE SANTORO

SUBSECRETARIA DE SUSTENTABILIDADE

Subsecretário

CLOVES BENEVIDES



MINISTÉRIO DE PORTOS E AEROPORTOS

Ministro de Estado
SILVIO SERAFIM COSTA FILHO

SECRETARIA-EXECUTIVA

Secretário-Executivo
TOMÉ BARROS MONTEIRO DE FRANCA

DIRETORIA DE SUSTENTABILIDADE

Diretora
LARISSA AMORIM



Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
Ministério dos Transportes
Ministério de Portos e Aeroportos

Plano Clima Adaptação

Plano Setorial de Transportes

Brasília/DF
MMA, MCTI, MT, MPor
2025

© 2025 Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima

Permitida a reprodução sem fins lucrativos, parcial ou total, por qualquer meio, se citados a fonte do MMA, MCTI, MT, MPor ou sítio da Internet no qual pode ser encontrado o original em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/mudanca-do-clima/planosetorial-transportes.pdf>

Coordenação

MT

Cloves Benevides, Fani Mamede

Equipe Técnica

MT

Alana Lemos, Alexandre Guimarães Bilich Neumann, Ana Beatriz Rodrigues Castro, Anna Kilson, Breno Simonini Teixeira, Bruno Rafael Alves Aguiar, Claude Soares Ribeiro de Araujo, Cynthia Ruas Vieira Brayer, Daniel de Oliveira Santos, Diego Zuza, Eduardo Oliveira Penna de Carvalho, Emerson Marcello Anastácio, Felipe Fernandes Queiroz, Fernanda de Carvalho Borges, Fernando Fernandes Fontes, George Yun, Gustavo de Lopes Oliveira, Henrique Oliveira Mendes, João Mateus Silva de Souza Guedes, Joyce Correa dos Anjos da Silva, Júlio Sérgio Romboski, Luiz Carlos de Souza Neves Pereira, Maria Luiza da Silva Santos, Mariana Campos Porto, Mateus Salomé do Amaral, Vladimir de Almeida Baleeiro, Wilton Costa Drumond Sousa

MPor

Alessandro Max Barros Bearzi, Bruna Barros, Bruna Roncel de Oliveira, Cleber Martinez, Eduardo Pereira, Ezequiel Sousa, Flavia Nico Vasconcelos, Larissa Amorim, Luciano Bandeira Campos, Luciano Lopes de Azevedo Freire, Marcela Braga Anselmi, Marina Cavalini Bailão, Marlian Leão Oliveira, Paulo Sergio Ramos Pinto, Rafaela Gomes de Souza, Tatiana Gontijo de Loreto Advincula, Uirá Cavalcante Oliveria, Vitor Brasil Paixão da Costa

MMA

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

MCTI

Diogo Victor Santos, Márcio Rojas da Cruz, Ricardo Vieira Araujo, Sávio Túlio Oselieri Raeder

Apoio Técnico

Daniel Marcellos Calçado

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)

Mariana Gutierrez Arteiro da Paz, Natalia Torres D'Alessandro, Renata Patricia Soares Grisoli

Revisão Técnica

Andréa Souza Santos (COPPE/UFRJ/Rede Clima), Caroline Medeiros Rocha Frasson (LACLIMA), Gustavo Felipe Balué Arcoverde (INPE/AdaptaBrasil), Thales Vaz Penha (INPE/AdaptaBrasil), Tiago Cisalpino

Revisão de Texto

Laura Nicoli Pereira e Silva, Wagner Luiz Ribeiro dos Santos

Projeto Gráfico

Ana Krebs

Diagramação e Arte

Estúdio Dupla Ideia Design

Coordenado pelo MT, este Plano Setorial de Transportes integra o Plano Clima Adaptação, que conta com 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) 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

B823 Brasil. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima.
Plano Clima Adaptação [recurso eletrônico] : plano setorial de
transportes. – Brasília, DF : MMA ; MCTI ; MT ; MPor, 2025.
93 p. : il. color.

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-85-7738-525-6 (online)

1. Mudança climática. 2. Política pública. 3. Infraestrutura de transporte. I.
Título.

CDU 504.7

IBAMA

Biblioteca Nacional do Meio Ambiente

Júlia G. de Menezes – CRB1/3001



Instituições do Governo Federal Participantes do Plano Setorial de Transportes

Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC)

Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT)

Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ)

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT)

Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO)

Infra S.A.

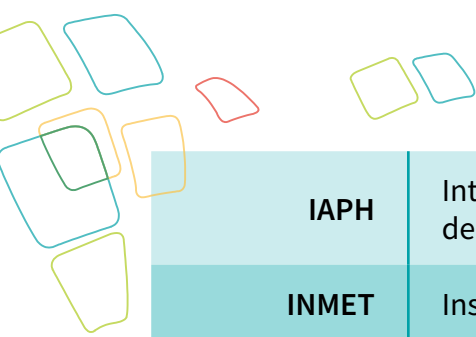
Lista de Quadros

Quadro 1	Síntese dos riscos climáticos prioritários para o subsetor de aviação civil	28
Quadro 2	Síntese dos riscos climáticos prioritários para o subsetor de infraestrutura portuária e aquaviária	34
Quadro 3	Síntese dos riscos climáticos prioritários para o subsetor de infraestrutura ferroviária e rodoviária	38
Quadro 4	Objetivos setoriais, metas e ações do Plano Setorial – Aviação Civil	57
Quadro 5	Objetivos setoriais, metas e ações do Plano Setorial – Infraestrutura Portuária e Aquaviária	61
Quadro 6	Objetivos setoriais, metas e ações do Plano Setorial – Infraestrutura Rodoviária	65
Quadro 7	Objetivos setoriais, metas e ações do Plano Setorial – Infraestrutura Ferroviária	68
Quadro 8	Quadro-síntese de atribuição de responsabilidades na gestão do Plano Setorial de Transportes	74
Quadro 9	Metas e indicadores para monitoramento e avaliação do Plano Setorial de Transportes	77

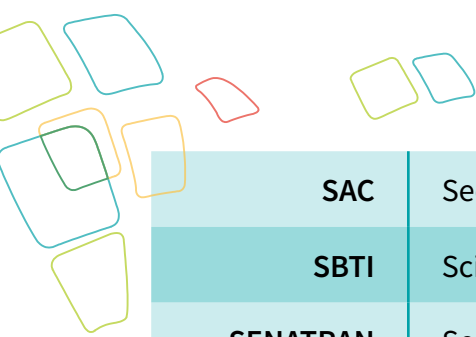


Lista de Abreviaturas e Siglas

ABE	Adaptação Baseada em Ecossistemas
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANP	Agência Nacional de Petróleo
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
AR6	Sexto Relatório de Avaliação
CDP	Carbon Disclosure Project (Projeto de Divulgação de Carbono)
CII	Carbon Intensity Indicator (Índice de Intensidade de Carbono)
CIRM	Comissão Interministerial para os Recursos do Mar
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
COMAER	Comando da Aeronáutica
COPPE/UFRJ	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia
COSUST	Comitê de Infraestrutura Sustentável em Transportes Terrestres, Portos e Aeroportos
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EPA	Environmental Protection Agency (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos)
ESI	Environmental Ship Index (Índice Ambiental de Embarcações)
ETC	Estação de Transbordo de Carga
EVTEA	Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental
GEE	Gases de Efeito Estufa
GNL	Gás Natural Liquefeito
GRI	Global Reporting Initiative (Iniciativa de Relato Global)



IAPH	International Association of Ports and Harbors (Associação Internacional de Portos e Hidrovias)
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDA	Índice de Desempenho Ambiental
IMO	International Maritime Organization (Organização Marítima Internacional)
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MMA	Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
MPOR	Ministério de Portos e Aeroportos
MT	Ministério dos Transportes
OPS	On-shore Power Supply (Fornecimento de Energia em Terra)
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PAN	Plano Aeroviário Nacional
PBA	Planos Básicos Ambientais
PDZ	Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto
PIT	Planejamento Integrado de Transportes
PM	Plano Mestre
PNAC	Política Nacional de Aviação Civil
PNH2	Programa Nacional do Hidrogênio
PNL	Plano Nacional de Logística
PNLT	Plano Nacional de Logística e Transportes
PSH	Plano Setorial Hidroviário
PSNA	Provedores De Serviços De Navegação Aérea
PSPORTOS	Plano Setorial Portuário



SAC	Secretaria de Aviação Civil
SBTI	Science Based Targets Initiative (Iniciativa de Metas Baseadas na Ciência)
SENATRAN	Secretaria Nacional de Trânsito
SFPLAN	Secretaria de Fomento, Planejamento e Parcerias
SIRENE	Sistema de Registro Nacional de Emissões
SNHN	Secretaria Nacional de Habitação e Normatização
SNPTA	Secretaria Nacional de Portos e Transportes Aquaviários
SNTF	Secretaria Nacional de Transporte Ferroviário
SNTR	Secretaria Nacional de Transportes Rodoviários
SPAR	Secretaria de Planejamento e Assuntos Regulatórios
SUST	Secretaria de Sustentabilidade
TA	Terminal Arrendado
TT	Terminal Tractors (Tratores de Terminal)
TUP	Terminal de Uso Privado
WPSP	World Port Sustainability Program (Programa de Sustentabilidade dos Portos Mundiais)

Apresentação

Este Plano Setorial de Transportes, juntamente com outros quinze Planos Setoriais e Temáticos, e a Estratégia Nacional de Adaptação compõem o Plano Clima Adaptação.

O Plano Clima Adaptação é a materialização de uma ampla estratégia do governo federal no enfrentamento à mudança do clima, orientado pela justiça climática, para a construção de um futuro mais resiliente. Ele integra o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (Plano Clima), ao lado da Estratégia Nacional de Mitigação e seus Planos Setoriais e das Estratégias Transversais, que abordam: a transição justa e a justiça climática; mulheres e clima; os meios de implementação; educação, capacitação, pesquisa, desenvolvimento e inovação; e o monitoramento, a gestão, a avaliação e a transparência.

No âmbito do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM), sob a liderança do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) e coordenação técnica-científica do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), o Plano Clima Adaptação envolveu em sua elaboração 25 Ministérios, além de contribuições da sociedade civil e do setor empresarial. A construção dos Planos Setoriais e Temáticos foi liderada pelos ministérios diretamente envolvidos nos temas, os quais serão responsáveis pelo desenvolvimento e pela execução de seus respectivos planos.

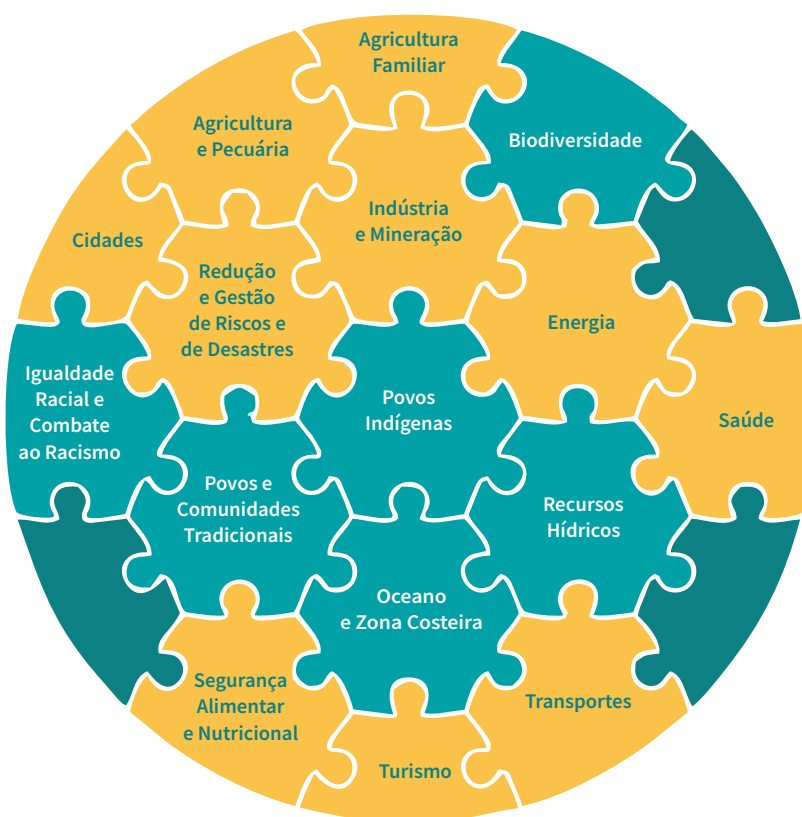
A Estratégia Nacional de Adaptação (ENA) traz uma contextualização abrangente da agenda climática no Brasil e no mundo, indicando os normativos, compromissos internacionais e marcos legais relevantes. Apresenta os conceitos técnicos e a base metodológica que orientaram sua construção e a dos Planos Setoriais e Temáticos, com ênfase na abordagem de risco climático e no ciclo iterativo da adaptação. Define ainda os princípios gerais, diretrizes, objetivos e metas nacionais que orientaram a elaboração dos Planos Setoriais e Temáticos, bem como orienta estados e municípios para a elaboração de seus planos de adaptação, conforme estabelecido no artigo 6º da Lei nº 14.904, de 27 de junho de 2024, fortalecendo a articulação entre os diferentes níveis de governo.

O desenvolvimento dos Planos Setoriais e Temáticos contou com uma série de oficinas de trabalho, seminários e reuniões, com o objetivo de realizar capacitações técnicas, promover a transparência do processo e a participação de diferentes segmentos da sociedade. A construção dos conteúdos dos planos teve como fundamento as bases científicas consolidadas no Sexto Relatório de Avaliação (AR6) do IPCC, a literatura científica recente e de alto impacto, acrescidos de contribuições de institutos de pesquisa, como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede Clima).

Os planos tiveram um modelo orientativo a fim de garantir a harmonização do conteúdo entre diferentes setores e temas, facilitar o diálogo e o monitoramento de ações, bem como servir de base para a realização de capacitações e elaboração das ferramentas utilizadas. Uma das principais bases metodológicas empregada para alinhar o conteúdo das oficinas técnicas e dos modelos orientativos (*templates*) dos Planos Setoriais e Temáticos de adaptação foi a do Ciclo Iterativo da Adaptação. Assim, o processo de criação dos planos considerou quatro dimensões: avaliação de riscos, impactos e vulnerabilidades; planejamento para a adaptação; implementação das ações de adaptação, e monitoramento e avaliação.

A figura abaixo representa o caráter complementar dos dezesseis Planos Setoriais (peças em amarelo) e Temáticos (peças em azul) do Plano Clima Adaptação. Os planos foram definidos com base na Resolução CIM nº 3, de 14 de setembro de 2023, com vistas a considerar as prioridades e urgências em relação às vulnerabilidades atuais do país.

Figura 1 – Planos Setoriais e Temáticos do Plano Clima Adaptação



Fonte: Elaboração própria.

Espera-se que a publicação deste Plano Setorial de Transportes constitua um marco na agenda de adaptação do setor, direcionando mudanças estruturais e necessárias para a redução das vulnerabilidades climáticas e a garantia da resiliência de pessoas, sistemas e atividades que estão em seu escopo de atuação. Em conjunto com os outros Planos Setoriais e Temáticos, o Brasil avança passos significativos no sentido de se preparar para um novo cenário climático que impõe desafios complexos e multissetoriais.

Sumário


1. Contexto	14
1.1. A importância da adaptação para o setor de Transportes	15
1.1.1. Aviação civil	15
1.1.2. Transporte marítimo e aquaviário	15
1.1.3. Transporte ferroviário	16
1.1.4. Transporte rodoviário	17
1.2. Arranjo institucional	18
1.3. Instrumentos existentes	19
1.3.1. Aviação civil	21
1.3.2. Transporte marítimo e aquaviário	21
1.3.3. Transporte ferroviário	21
1.3.4. Transporte rodoviário	22
2. Principais riscos e vulnerabilidades	23
2.1. Síntese dos riscos prioritários	28
2.2. Descrição dos riscos prioritários	42
3. Adaptação	50
3.1. Objetivos	50
3.2. Metas e ações	54
3.2.1. Aviação civil	57
3.2.2. Infraestrutura portuária e aquaviária	61
3.2.3. Infraestrutura rodoviária	65
3.2.4. Infraestrutura ferroviária	68
4. Gestão, monitoramento e avaliação	71
4.1. Elaboração do Plano	71
4.1.1. Processos de elaboração	71
4.1.2. Mecanismos de participação	72
4.2. Gestão e implementação do Plano Setorial	73
4.2.1. Responsabilidades na implementação do Plano	73
4.2.2. Monitoramento, avaliação e transparência	77
5. Considerações finais	83
Referências	85
Apêndices	92
APÊNDICE A	93



1. Contexto

A base da competitividade de uma nação reside em sua infraestrutura sustentável e, nesse contexto, resta claro que a expansão da rede de transporte desempenha um papel crucial, ao viabilizar a logística nacional. No entanto, sua implementação requer planejamento cuidadoso da engenharia, aliado a um meticuloso planejamento ambiental, o qual assegura que a infraestrutura se integre harmoniosamente ao ambiente circundante, levando em conta vários outros aspectos. Assim, o objetivo é desenvolver ativos e empreendimentos sustentáveis, com uma clara consciência do suporte ambiental necessário, sem negligenciar, claro, a importância do planejamento operacional adequado para garantir a eficácia contínua do sistema. Destaca-se, ainda, que a Emenda Constitucional nº 90 incluiu o transporte entre os direitos sociais constitucionais, mudando o paradigma jurídico e social desse serviço público no país.

Nesse contexto, conforme a principal diretriz da Estratégia Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (Brasil, 2019), o eixo Infraestrutura nacional é a base direta para o desenvolvimento da economia, e, indiretamente, do desenvolvimento regional e da circulação de riquezas, ao permitir a ampliação das bases produtivas brasileiras e, por consequência, a competitividade de mercado. Em uma análise em nível político e estratégico, a infraestrutura e seu uso eficiente permite a integração nacional e internacional, proporcionalmente, conforme suas possibilidades.



A sustentabilidade e o tratamento de questões relativas à mudança do clima na infraestrutura de transportes despontam como temas importantes na composição da agenda nacional.

Ademais, a sustentabilidade e o tratamento de questões relativas à mudança do clima na infraestrutura de transportes despontam como temas importantes na composição da agenda nacional, na medida em que o desenvolvimento socioeconômico do país passa pelo investimento em inovações para a melhoria e a modernização da sua infraestrutura.

Nos itens a seguir, serão abordadas questões intrínsecas a cada um dos modos da infraestrutura de transportes, por exemplo, a importância para a matriz logística, as demais características e as formas de inter-relacionamento com temas da sociedade, como cultura, territórios, mudança do clima e meio ambiente.

1.1 A importância da adaptação para o setor de Transportes

1.1.1 Aviação civil

O setor de aviação civil é essencial para a economia brasileira, representando 1,4% do PIB e gerando 1,5 milhão de empregos (Brasil/MPOR, 2024) e, em 2023, transportou 112,6 milhões de passageiros, sendo 91,4 milhões em voos domésticos e 21,2 milhões em rotas internacionais, além de movimentar 1,56 milhão de toneladas de cargas, divididas quase igualmente entre nacionais e internacionais (ANAC, 2024a). Além disso, a aviação civil também é estratégica para a integração territorial e social do país, garantindo a rápida movimentação de pessoas e bens, especialmente em localidades isoladas, de demorado acesso terrestre e/ou fluvial – por exemplo, na Amazônia –, e desempenhando papel crucial em serviços essenciais – como o transporte aeromédico.

No contexto atual, os impactos da mudança do clima sobre o setor da aviação civil podem ser significativos, com riscos de interrupções no tráfego aéreo, danos às infraestruturas aeroportuárias e aeronáuticas e efeitos adversos sobre o meio ambiente. Exemplos recentes ilustram a gravidade do problema, como o alagamento do aeroporto de Porto Alegre em 2024, causado por chuvas intensas e falhas no sistema de diques da cidade; e os danos ao aeroporto de Kansai, no Japão, devido a um tufão extraordinário em 2018. A adaptação climática no setor é, portanto, crucial para reduzir prejuízos econômicos, evitar colapsos no sistema e proteger os ecossistemas adjacentes às infraestruturas aeroportuárias e aeronáuticas.

Além dos riscos operacionais, a vulnerabilidade da aviação civil está ligada à baixa redundância de aeroportos em regiões isoladas, como a Amazônia e o Centro-Oeste, onde a interrupção de serviços aéreos afeta comunidades vulneráveis, restringindo o acesso a saúde, educação e mercadorias essenciais. Para reduzir impactos, é fundamental fortalecer planos de contingência, ampliar rotas alternativas e integrar a aviação regional com outros modais resilientes. Esse enfoque reforça a justiça climática, ao priorizar populações com menor capacidade de resposta diante de eventos extremos.

1.1.2 Transporte marítimo e aquaviário


Segundo dados disponibilizados no Portal Estatístico da ANTAQ (2024), os portos brasileiros desempenham papel estratégico na economia, movimentando 1,3 bilhão de toneladas de carga em 2023, com destaque para o comércio exterior (70%), cabotagem (24%) e navegação interior (6%). Ademais, sua localização em zonas costeiras ou fluviais torna-se fundamental para o comércio global e a logística regional. Além disso, as hidrovias interiores são essenciais para a integração do território nacional, mas estão vulneráveis a mudanças no regime hídrico que afetam a profundidade e a segurança da navegação, exigindo constantes esforços de manutenção.

Diante disso, é essencial compreender que a mudança do clima representa um desafio significativo para o setor portuário, setor marítimo e as hidrovias interiores, na medida em que eventos extremos – como chuvas intensas, vendavais, ressacas e aumento do nível do mar – podem causar interrupções nas operações, alagamento de terminais, assoreamento de vias navegáveis e aumento de custos operacionais, além da possibilidade de ocorrência de secas e estiagens, que prejudicam a navegabilidade em hidrovias. Assim, essas condições comprometem a infraestrutura portuária, as cadeias globais de abastecimento e a economia regional, evidenciando a urgência na implementação de estratégias de adaptação climática para reduzir prejuízos financeiros e garantir a supervisão das operações.


Outrossim, o transporte aquaviário tem grande importância para um país como o Brasil, que concentra 80% da população em áreas litorâneas, situadas em até 200 km do litoral, com a zona costeira se estendendo por 17 Estados, concentrando 90% do PIB, 93% da produção industrial e 85% do consumo de energia, conforme indicado no XI Plano Setorial para os Recursos do Mar. Além disso, o modal de transporte é fundamental para regiões distantes dos grandes centros, carentes de infraestrutura de transporte (Cirm, 2020).

Ademais, a vulnerabilidade do setor decorre da alta exposição das infraestruturas portuárias nas zonas costeiras, muitas vezes em áreas de aterro ou de baixa altitude, e da dependência de hidrovias cuja navegabilidade é sensível a estiagens. Essas condições fragilizam cadeias logísticas e afetam de forma desigual regiões ribeirinhas que dependem quase exclusivamente do modal aquaviário. Para enfrentar tais riscos, destacam-se algumas medidas, por exemplo: elevação de cais, reforço de sistemas de drenagem portuária, dragagens planejadas com base em cenários climáticos, além do uso de sistemas de monitoramento hidrometeorológico para previsão de secas e cheias.

Por fim, em termos de justiça climática, a adaptação deve priorizar comunidades tradicionais e ribeirinhas que dependem do transporte fluvial para acessar serviços básicos e mercados regionais.



Eventos extremos – como chuvas intensas, vendavais, ressacas e aumento do nível do mar – podem causar interrupções nas operações, alagamento de terminais, assoreamento de vias navegáveis e aumento de custos operacionais, além da possibilidade de ocorrência de secas e estiagens, que prejudicam a navegabilidade em hidrovias.



No contexto atual, os impactos da mudança do clima sobre as ferrovias tornam urgente a implementação de estratégias de adaptação que garantam a continuidade dos serviços, especialmente para comunidades vulneráveis e isoladas.

1.1.3 Transporte ferroviário

O setor ferroviário brasileiro tem apresentado crescimento relevante, com 389,5 milhões de toneladas úteis transportadas por quilômetro (TKU) transportadas em 2023, representando um aumento de 5% em relação a 2022 (ANTF, 2023). Ademais, o último trimestre de 2023 registrou uma produção de 104,8 milhões de TKU, um aumento de 11,22% em relação ao mesmo período de 2022, com destaque para grãos agrícolas (12,5%) e mineração de ferro (11,7 %) (ANTF, 2023). Adicionalmente, os investimentos no setor somaram R\$ 10,31 bilhões em 2023, sendo 98,4% privados (Frischtak *et al.*, 2024). Apesar disso, a densidade da malha ferroviária brasileira ($3,62 \text{ km/km}^2 \times 1000$) permanece baixa, inferior à de outros países, como a Índia, e o transporte de passageiros demanda políticas públicas específicas para revitalizar esse serviço essencial à integração territorial (Brasil, 2021).

No contexto atual, os impactos da mudança do clima sobre as ferrovias tornam urgente a implementação de

estratégias de adaptação que garantam a continuidade dos serviços, especialmente para comunidades vulneráveis e isoladas. Eventos extremos (chuvas intensas, amplitudes, variações de temperatura, entre outros) ameaçam a infraestrutura ferroviária, causando danos que podem interromper as operações. Para enfrentar esses desafios, é necessário desenvolver políticas e planos de ação baseados em três pilares: prevenção de danos, proteção das estruturas e monitoramento das condições das vias. Para tanto, a articulação entre governos, setor privado, academia e sociedade civil é essencial a fim de se garantir a resiliência das infraestruturas ferroviárias e minimizar os impactos econômicos e sociais decorrentes da mudança do clima (ANTF, 2023; Frischtak *et al.*, 2024).

Além disso, a vulnerabilidade ferroviária é ampliada pela baixa redundância da malha e pela concentração em corredores de exportação de *commodities*, o que expõe o setor a riscos sistêmicos, por exemplo, quando ocorrem enchentes e deslizamentos em trechos críticos, que podem interromper fluxos logísticos nacionais e internacionais, com fortes impactos econômicos. Assim, estratégias de adaptação incluem o mapeamento de hotspots climáticos em linhas férreas, a modernização de pontes e túneis, a adoção de materiais com maior tolerância térmica e a incorporação de protocolos de emergência nos contratos de concessão. Com relação à justiça climática, é determinante garantir que serviços ferroviários de passageiros em regiões periféricas recebam atenção, evitando a marginalização de populações que já sofrem com a precariedade da mobilidade e do acesso a serviços essenciais.

1.1.4 Transporte rodoviário

O Brasil apresenta mais de 65 mil milhas de rodovias federais, responsáveis por 65,7% da tonelada-quilômetro útil (TKU) e 84,7% do valor-quilômetro útil (VKU)¹ transportados no país (PNL, 2020). Além de movimentar grandes volumes de carga e bens de alto valor agregado, o transporte rodoviário atende a 89,2% dos passageiros, destacando-se pela flexibilidade do transporte porta a porta e sua relevância na integração regional e no desenvolvimento socioeconômico do país (MINFRA, 2020). Ademais, a importância estratégica desse modal é reforçada por sua presença em todas as etapas da cadeia logística nacional, conectando regiões e promovendo o crescimento econômico.

A adaptação do sistema rodoviário à mudança do clima é essencial para reduzir os impactos de eventos extremos, como chuvas intensas e abrasivas, que já provocaram danos nas vias, com prejuízos ao meio socioeconômico e à segurança viária.

Nesse contexto, a adaptação do sistema rodoviário à mudança do clima é essencial para reduzir os impactos de eventos extremos, como chuvas intensas e abrasivas, que já provocaram danos nas vias, com prejuízos ao meio socioeconômico e à segurança viária, com destaque, por parte da Política Nacional de Transportes (2018), para a “Infraestrutura Sustentável” e a “Responsabilidade Socioambiental” como princípios fundamentais na orientação das estratégias de planejamento, ao exemplo do Plano Nacional de Logística (PNL, 2021). Dessa forma, é certo que a implementação de ações adaptativas contribuirá para o deslocamento seguro e eficiente de pessoas e cargas, garantindo maior resiliência ao sistema rodoviário frente às adversidades causadas pela mudança do clima.

¹ O valor-quilômetro útil (VKU) é um indicador que mede o valor agregado transportado. Ele é usado como parâmetro para fixar tarifas de transporte, com os demais modos de transporte seguindo uma proporção do valor rodoviário, considerando que o transporte rodoviário de cargas é responsável por um grande volume de transporte de bens de alto valor agregado.

Ademais, cabe destacar que a vulnerabilidade do modal rodoviário decorre da extensão territorial, da predominância sobre a matriz de transportes e da exposição a diferentes regimes climáticos, com rodovias em áreas urbanas sofrendo com uma drenagem insuficiente e ocupação irregular, enquanto, em áreas rurais e serranas, aparecendo riscos como deslizamentos, erosão e isolamento de comunidades. Além disso, eventos de calor extremo aceleram a degradação do pavimento e aumentam a insegurança viária, sendo necessárias medidas de adaptação que incluam o uso de asfaltos modificados para maior resistência térmica, manutenção preditiva com sensores, obras de drenagem sustentável e integração de soluções baseadas na natureza (como bioengenharia de taludes). No campo da justiça climática, destaca-se a maior exposição de comunidades urbanas pobres, localizadas às margens de rodovias sem saneamento adequado, e de trabalhadores do transporte expostos a calor extremo e poluição, devendo ser priorizadas em estratégias de adaptação para reduzir desigualdades sociais e de saúde pública.

Nos trechos urbanos das rodovias federais, a adaptação da infraestrutura viária exige atenção a algumas soluções: drenagem eficiente, asfaltamento resiliente e manutenção preditiva, por exemplo. Adicionalmente, é certo que a recorrência de inundações e degradação acelerada do pavimento em áreas densamente ocupadas compromete a segurança dos usuários e a eficiência do transporte rodoviário, exigindo ações específicas frente ao agravamento dos eventos climáticos extremos.

Além disso, o incentivo a parcerias com o setor privado para o uso de dados em tempo real – telemetria veicular, comportamento de direção, sensores climáticos – pode contribuir para o aprimoramento das políticas de segurança viária. Essas informações permitem respostas mais ágeis a situações de risco climático, fortalecendo a capacidade adaptativa da infraestrutura e dos serviços de transporte rodoviário.

1.2 Arranjo institucional

O Ministério dos Transportes (MT), entidade da administração pública federal direta, detém uma ampla área de competência que abrange a definição, a coordenação e a supervisão das políticas nacionais de transportes ferroviário e rodoviário, bem como da política nacional de trânsito. Além disso, o MT coordena o planejamento do setor, desempenhando um papel estratégico na definição das prioridades dos programas de investimentos em transportes ferroviário e rodoviário e participando ativamente no planejamento desses programas, incluindo a elaboração de estudos e projeções sobre transportes e infraestrutura. Suas atribuições incluem a elaboração ou aprovação de planos de outorgas, a representação do país em organismos internacionais e o desenvolvimento da infraestrutura ferroviária e rodoviária a fim de garantir a segurança e a eficiência no transporte de cargas e passageiros.

Adicionalmente, o MT também transfere para estados, Distrito Federal ou municípios a responsabilidade pela implantação, administração, operação, manutenção e exploração da infraestrutura integrante do Sistema Nacional de Viação. Além disso, ele formula diretrizes para o desenvolvimento do setor de trânsito e planeja, regula, normatiza e gerencia a aplicação de recursos em políticas de trânsito, com ênfase na mobilidade urbana e na acessibilidade.

Outrossim, o Ministério dos Transportes atua em conjunto com diversas instituições vinculadas, objetivando promover a eficiência, a segurança e o desenvolvimento sustentável do setor. As consideradas instituições-chave incluem: (i) o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), uma autarquia vinculada ao Ministério, responsável pela administração, manutenção, construção e fiscalização das rodovias federais e outras infraestruturas de transporte terrestre e

aquaviário; (ii) a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), que regula e fiscaliza o transporte terrestre, abrangendo rodovias, ferrovias e o transporte multimodal, assegurando a concorrência e a qualidade dos serviços; e, por fim, (iii) a Empresa INFRA S.A., a qual presta serviços de planejamento, estruturação de projetos, engenharia e inovação no setor de transportes.

Além do MT, merece destaque o Ministério de Portos e Aeroportos (MPOR), também parte da administração pública federal, responsável por formular, coordenar e supervisionar as políticas voltadas ao desenvolvimento do setor portuário, hidroviário, da navegação marítima e da aviação civil. Entre suas competências, estão a regulação e a fiscalização de portos, instalações portuárias, terminais privados, hidrovias, além da gestão de políticas para o desenvolvimento sustentável dos portos, da infraestrutura hidroviária, da navegação aquaviária e da infraestrutura aeroportuária. O MPOR promove a segurança e a eficiência na movimentação de cargas e passageiros em portos, hidrovias e aeroportos, e participa da definição de políticas tarifárias e de regulamentação de concessões, com atenção especial à intermodalidade e à modernização dos serviços. Ademais, também atua na articulação com outros órgãos e entidades para fortalecer a integração logística do país, garantindo que as operações portuárias, aeroportuárias e o transporte aquaviário atendam às necessidades econômicas e estratégicas do Brasil. Assim, os Ministérios trabalham em conjunto para promover uma infraestrutura de transportes integrada, eficiente e sustentável, que impulse o desenvolvimento socioeconômico e fortaleça a conectividade do território nacional.

Adicionalmente, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) e a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) desempenham papéis estratégicos na regulação e fiscalização dos transportes aquaviários e aéreos no Brasil, respectivamente. Por um lado, a ANTAQ é responsável por normatizar, fiscalizar e fomentar o transporte aquaviário e as operações portuárias, promovendo a eficiência logística e a segurança da navegação, incluindo regulação de portos públicos e privados, além de garantir o cumprimento de padrões ambientais e operacionais que assegurem a sustentabilidade do setor. Por outro lado, a ANAC regula e fiscaliza o setor de aviação civil, com foco na segurança operacional, qualidade dos serviços e equilíbrio econômico das concessões aeroportuárias, sendo também responsável por implementar políticas públicas voltadas à modernização e à descarbonização do setor, além de coordenar a certificação e a supervisão de aeronaves e operadores aéreos. Juntas, as duas agências integram esforços para assegurar a eficiência, a segurança e a sustentabilidade nos modais de transporte essenciais para a conectividade e o desenvolvimento socioeconômico do Brasil.

No âmbito do Plano Nacional de Adaptação, o Ministério dos Transportes liderou a elaboração do Plano Setorial de Transportes, que estabelece ações integradas com o Ministério de Portos e Aeroportos e suas entidades vinculadas, com o objetivo de garantir a resiliência e a sustentabilidade da infraestrutura de transporte, enfrentando os desafios impostos pela mudança do clima, como a ocorrência de eventos extremos e a necessidade de adequar a infraestrutura para garantir a continuidade das operações e a segurança no transporte em todo o país.

1.3 Instrumentos existentes

No âmbito do planejamento de transportes, os Ministérios implementam a política de infraestrutura por meio do Planejamento Integrado de Transportes (PIT), que busca uma lógica sistêmica e intermodal, e está ancorado no Plano Nacional de Logística (PNL), que identifica, com base em indicadores, as necessidades e oportunidades de capacidade dos subsistemas de transportes e define infraestruturas de alta relevância nacional, considerando cenários futuros.

Nesse contexto, os investimentos em modos de transportes que sejam mais sustentáveis e resilientes contribuem para o alcance de uma economia mais descarbonizada, com benefícios ao meio

ambiente e à qualidade de vida da população. Dessa forma, visando aos objetivos apresentados, o Ministério dos Transportes (MT) e o Ministério de Portos e Aeroportos (MPOR), no âmbito do Plano Nacional de Logística (PNL 2035), têm levado a termo iniciativas capazes de impulsionar a ampliação da malha ferroviária e hidroviária no Brasil. Para tanto, os investimentos incluem tanto desenvolvimento de novas linhas para o transporte de cargas cruzando o território brasileiro quanto mecanismos para garantir a ampliação da oferta de transporte público sobre trilhos para passageiros em grandes centros urbanos.

Outro instrumento que formaliza essa parceria é a Portaria Interministerial nº 3, de 17 de julho de 2024, que institui o Comitê de Infraestrutura Sustentável em Transportes Terrestres, Portos e Aeroportos (CO-SUST), criando um espaço de articulação estratégica entre os dois ministérios. Fruto dessa parceria, foram publicadas, em março de 2025, as *Diretrizes Interministeriais de Sustentabilidade do MT e MPOR* (Brasil/MT-MPor, 2025), com base em documentos originalmente publicados em 2020 e 2022 (Brasil/MINFRA-GIZ, 2020; 2022). Além disso, o Ministério de Portos e Aeroportos publicou, em janeiro de 2025, a *Política de Sustentabilidade do MPOR* (Brasil/MPor, 2025).

Além dos recursos orçamentários tradicionais, o setor de transportes poderá acessar fontes de financiamento climático, como o Fundo Clima, o Fundo Amazônia, e instrumentos de *blended finance*, articulando capital público e privado para financiar ações de adaptação, sendo a diversificação e a estruturação dessas fontes essenciais a fim de garantir a sustentabilidade financeira das medidas propostas. Ainda no âmbito das ações estratégicas voltadas à sustentabilidade e à resiliência do setor, destaca-se o estudo *AdaptaVias – Levantamento de Impactos e Riscos Climáticos sobre a Infraestrutura Federal de Transporte Terrestre (Rodoviário e Ferroviário)*, fruto da cooperação técnica entre o Ministério dos Transportes, o MCTI, o Inpe, a GIZ e a Coppe/UFRJ, o qual constitui um marco na avaliação integrada de riscos climáticos, trazendo uma metodologia detalhada de análise de ameaças, exposição e vulnerabilidade e gerando Índices de Risco Climático (IRC) para os dois modais. Assim, seus resultados subsidiam o planejamento, a priorização de investimentos e o aprimoramento regulatório com foco em adaptação, elaborado com base em ampla escuta institucional e participação de concessionárias. Tendo em conta essas evidências técnicas, foi instituído o Programa PRO-AdaptaVias, por meio da Portaria nº 64, de 23 de janeiro de 2025, com o objetivo de estruturar e implementar ações permanentes de adaptação climática na infraestrutura federal de transportes terrestres. Ademais, o programa estabelece diretrizes para o planejamento estratégico, o desenvolvimento de soluções de engenharia e baseadas na natureza, o fortalecimento institucional, a captação de recursos e a gestão de riscos climáticos. Constitui-se, assim, como um instrumento normativo e operacional essencial para o cumprimento das metas do Plano Nacional de Adaptação (PNA), promovendo a institucionalização da adaptação como política pública transversal no setor e fortalecendo o papel do transporte terrestre no enfrentamento à emergência climática.

Nesse contexto, é importante destacar que se recomenda a harmonização conceitual entre as expressões Adaptação baseada na Natureza (AbN), Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) e Soluções baseadas na Natureza (SbN), priorizando o alinhamento às definições internacionais da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) e da IPBES, a fim de assegurar coerência e precisão terminológica no Plano.



Os investimentos em modos de transportes que sejam mais sustentáveis e resilientes contribuem para o alcance de uma economia mais descarbonizada, com benefícios ao meio ambiente e à qualidade de vida da população.

Além disso, a inserção de critérios de resiliência climática desde a etapa de modelagem nas concessões e parcerias público-privadas é uma estratégia prioritária e os critérios devem considerar projeções climáticas regionais, vulnerabilidades locais e diretrizes técnicas de adaptação, assegurando a sustentabilidade dos contratos ao longo do tempo.

Como parte das ações estruturantes, propõe-se o desenvolvimento de uma plataforma digital integrada, que articule dados de infraestrutura, projeções climáticas e indicadores de risco, alinhada à Estratégia de Governo Digital, à Taxonomia Sustentável Brasileira e à Política Nacional de Dados Abertos. Essa ferramenta visa subsidiar o planejamento adaptativo, apoiar o licenciamento ambiental e orientar os investimentos públicos e privados.

A seguir, são apresentados os principais instrumentos para cada um dos modos da infraestrutura de transportes.

1.3.1 Aviação civil

- Política Nacional de Aviação Civil (PNAC) (Brasil, 2009);
- Plano Aeroviário Nacional 2024 (Referência 2022-2052) (PAN 2024) (Brasil/MPOR, 2024);
- Plano Nacional de Logística 2020-2035 (PNL 2035) (Brasil/MINFRA, 2021);
- Programa “Aeroportos Sustentáveis”, do MPOR e ANAC, desde 2020 (ANAC, 2024b);
- Programa “SustentAr”, do MPOR e ANAC, desde 2021, para operadores aéreos (ANAC, 2024c); e
- Plano Nacional de Segurança Operacional para a Aviação Civil (PNSO 2023-2025) (ANAC, CO-MAER, 2022).

1.3.2 Transporte marítimo e aquaviário

- Regulamentos da Organização Marítima Internacional (IMO);
- Segurança do Tráfego Aquaviário (Lei nº 9.537, de 1997);
- BR do Mar (Lei nº 14.301, de 2022);
- Lei dos Portos (Lei nº 12.815, de 2013);
- XI Plano Setorial para os Recursos do Mar (Decreto nº 12.363, de 17 de janeiro de 2025);
- Plano Setorial Hidroviário (PSH) e Plano Setorial Portuário (PSPortos);
- Plano Mestre (PM) e Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto (PDZ);
- Impactos e Riscos da Mudança do Clima nos Portos Públicos Costeiros Brasileiros/ANTAQ;
- Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) dos empreendimentos;
- Ordenação do Transporte Aquaviário (Lei nº 9.432, de 1997);
- Adicional ao Frete para a Renovação da Marinha Mercante (AFRMM) e Fundo da Marinha Mercante (FMM) (Lei nº 10.893, de 2004); e
- Política Marítima Nacional (Decreto nº 12.481, de 2 de junho 2025).

1.3.3 Transporte ferroviário

- Constituição da República Federativa do Brasil (Brasil, 1988);
- Resolução ANTT nº 3.694 (Brasil, 2011),
- Resolução ANTT nº 3.695 (Brasil, 2011);
- Resolução ANTT nº 3.696 (Brasil, 2011);
- Política Nacional de Transportes (PNT) (Portaria nº 235 de 28 de março de 2018);
- Portaria MINFRA nº 5 (Brasil, 2020);

- Portaria MINFRA nº 1.441 (Brasil, 2022);
- Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995 (Brasil, 1995);
- Lei das Ferrovias (Lei nº 14.273, de 23 de dezembro de 2021);
- Normas para Outorga e Prorrogações das Concessões e Permissões de Serviços Públicos (Lei nº 9.074/1975);
- Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT) (Brasil, 2011);
- Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001 (Brasil, 2001);
- Plano Nacional de Logística (PNL) (Brasil, 2021);
- Aplicação dos Recursos Originários da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE) e o Fundo Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (FNIT) (Lei nº 10.636/2001);
- Sistema Nacional de Viação (SNV) (Lei nº 12.379/2011);
- Prorrogação e Relicitação dos Contratos de Parceria (Lei nº 13.448/2017);
- Desapropriações por Utilidade Pública (Decreto-Lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941);
- Lei nº 11.772, de 17 de setembro de 2008 (Brasil, 2008);
- Decreto nº 11.081, de 24 de maio de 2022 (Brasil, 2022);
- Lei nº 14.273, de 23 de dezembro de 2021 (Brasil, 2021);
- Plano Setorial de Transportes Terrestres;
- Planos Básicos Ambientais (PBA) dos empreendimentos;
- Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) dos empreendimentos; e
- Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) (Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009).

1.3.4 Transporte rodoviário

- Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte; Agência Nacional de Transportes Terrestres; Agência Nacional de Transportes Aquaviários; Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001) (Brasil, 2001);
- Política Nacional de Transportes (PNT) (Portaria nº 235, de 28 de março de 2018);
- Plano Nacional de Logística (PNL) (Brasil, 2021);
- Novo Programa de Aceleração do Crescimento (Novo PAC) (Decreto nº 11.632, de 11 de agosto de 2023);
- Planos Básicos Ambientais (PBA) dos empreendimentos;
- Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) dos empreendimentos;
- Transporte Rodoviário de Cargas (Lei nº 11.442/2009);
- Vale-Pedágio (Lei nº 10.209/2001);
- Documento Eletrônico de Transporte (DT-e) (Lei nº 14.206/21);
- Código de Trânsito Brasileiro (Lei nº 14.599/23);
- Concessão e Permissão da Prestação de Serviços Públicos (Lei nº 8.987/1995);
- Serviços de Transporte Rodoviário Interestadual e Internacional de Passageiros (Decreto nº 2521/1998);
- Código Civil (Lei nº 10.406/2002);
- Estatuto da Pessoa Idosa (Lei nº 10.741/2003); e
- Sistema de Transporte Coletivo Interestadual (Decreto nº 5.934/2006).




2. Principais riscos e vulnerabilidades

O setor de infraestrutura de transportes enfrenta uma série de riscos e vulnerabilidades, especialmente diante da intensificação dos impactos da mudança do clima, visto que diversos eventos – chuvas intensas, vendavais, secas prolongadas, aumento da temperatura média e ondas de calor, bem como a elevação do nível do mar – desencadeiam impactos, como inundações, deslizamentos de terra e erosão costeira, que comprometem diretamente a segurança, a funcionalidade e a conectividade das redes de transporte. Nesse contexto, a ocorrência desses eventos pode comprometer a integridade de rodovias, ferrovias, portos e aeroportos, resultando em interrupções nas operações logísticas e no deslocamento de pessoas. Adicionalmente, tais riscos afetam diretamente a economia nacional, elevando os custos de transporte, aumentando os preços de bens e serviços, e diminuindo a competitividade do país. Além disso, a materialização de riscos gera impactos sociais significativos, com prejuízos à qualidade de vida da população, especialmente das comunidades mais vulneráveis, que enfrentam maiores dificuldades de acesso a serviços essenciais e oportunidades econômicas. Tais eventos assumem formas específicas em cada modal: aeroportos e aeródromos expostos a ondas de calor e inundações; portos e hidrovias vulneráveis a ressacas, estiagens e dragagem constante; ferrovias ameaçadas por chuvas intensas, erosão e variações térmicas; e rodovias sujeitas a alagamentos, deslizamentos e desgaste acelerado do pavimento.

Assim, o quadro apresentado expõe as fragilidades na gestão, a exemplo da insuficiente integração entre políticas públicas e o planejamento de longo prazo, bem como evidencia oportunidades de avanços tecnológicos, por exemplo, a utilização de sistemas de monitoramento e previsão climática aplicadas ao setor. Ademais, a ausência de medidas proativas de adaptação e resiliência poderá agravar as vulnerabilidades do setor, acarretando graves prejuízos à sociedade e comprometendo o desenvolvimento nacional. Assim, resta claro que o colapso da infraestrutura de transportes comprometerá a conectividade entre regiões, aumentará a insegurança viária e dificultará o escoamento de produtos agrícolas e industriais, que são essenciais para a balança comercial do país.

Nesse contexto, vale destacar que o transporte está entre os direitos sociais constitucionais no Brasil, na medida em que a



Assim, resta claro que o colapso da infraestrutura de transportes comprometerá a conectividade entre regiões, aumentará a insegurança viária e dificultará o escoamento de produtos agrícolas e industriais, que são essenciais para a balança comercial do país.

Constituição Brasileira, em seu artigo 6º, estabelece: “São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção da maternidade e da infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição”. Dessa forma, garantir um transporte eficiente e resiliente não apenas promove a integração logística, mas também cumpre um compromisso fundamental com a cidadania e o bem-estar social. Por isso, reconhecer os principais riscos e as vulnerabilidades é essencial para garantir a sustentabilidade e a eficiência do setor em um cenário de crescente incerteza climática.

Um exemplo da importância da infraestrutura de transporte, especialmente os serviços regionais e emergenciais, é quanto ao acesso da população a serviços especializados de saúde, sobretudo em regiões de difícil acesso. A eficiência logística no deslocamento de pacientes para tratamento médico contribui diretamente para a equidade territorial e a redução de desigualdades regionais, reforçando o papel dos sistemas de transporte como instrumento de justiça social e climática. Ademais, a garantia desse acesso também deve ser considerada nas estratégias de adaptação, com foco na continuidade operacional mesmo diante de eventos extremos.

A seguir, é apresentado um panorama geral dos riscos climáticos para cada subsetor de transportes.

Aviação civil

A aviação civil está vulnerável a diversos riscos impostos pela mudança do clima, com destaque para o impacto de eventos climáticos extremos (tempestades severas, ventos fortes, granizo e ondas de calor), que podem comprometer a segurança e a eficiência das operações aéreas. Esses eventos provocam atrasos, cancelamentos e aumentam os custos operacionais devido à necessidade de ajustes nas rotas e ao maior consumo de combustível. Além disso, uma mudança nos padrões de vento pode impactar a operação de aeronaves, aumentando os tempos de voo e, consequentemente, os custos de transporte e as emissões de gases de efeito estufa.

Ademais, os aeroportos localizados em regiões costeiras enfrentam riscos adicionais devido à elevação do nível do mar e a tempestades intensas, que podem causar alagamentos e danos estruturais em pistas e terminais. Por fim, a infraestrutura aeroportuária também é sensível a variações térmicas, que podem deformar pavimentos e afetar ambientes críticos.

Transporte marítimo e aquaviário

O transporte marítimo e aquaviário está particularmente exposto a impactos de elevação do nível do mar, ao aumento da intensidade e da frequência de tempestades e ressacas, além das secas extremas. Essas condições podem causar danos às infraestruturas portuárias, como cais, armazéns e sistemas de acesso, além de aumentar os custos de manutenção e reparação.

Adicionalmente, a sedimentação excessiva de rios e canais, intensificada por chuvas extremas, reduz a navegabilidade, compromete o abastecimento de comunidades isoladas, e exige dragagens constantes para manter as operações e garantir a segurança das embarcações. Recentemente, os impactos da seca na Amazônia destacaram outra vulnerabilidade crítica do transporte hidroviário: a redução drástica nos níveis dos rios, que prejudica a navegação, limita a capacidade de carga das embarcações e, em alguns casos, interrompe totalmente as operações. Essa situação expõe a dependência de comunidades ribeirinhas e setores econômicos da região em relação às hidrovias, intensificando os desafios logísticos e aumentando a necessidade de planejamento estratégico para mitigar os impactos das variações climáticas extremas na navegabilidade.

Assim, níveis baixos dos rios forçam a redução de cargas ou a interrupção das operações, como ocorrido no Rio São Francisco, cuja navegação comercial está inoperante desde a última década; e no Rio Tietê, que enfrentou paralisações em períodos recentes. Ademais, travessias entre cidades também são afetadas por eventos climáticos extremos, prejudicando a integração socioeconômica de localidades vizinhas.

Além disso, tais eventos podem interromper a logística de transporte, causando atrasos significativos no comércio internacional e local, especialmente em regiões onde os portos são os principais pontos de conexão. Dessa forma, a combinação de condições climáticas adversas com infraestruturas envelhecidas e insuficientes agrava os riscos, destacando a necessidade de medidas adaptativas: fortalecimento das estruturas portuárias; modernização de sistemas de alerta precoce; e investimento em tecnologias para prever e reduzir os impactos climáticos.

Transporte ferroviário

O transporte ferroviário enfrenta riscos significativos decorrentes da intensificação da mudança do clima, que afetam tanto a infraestrutura física quanto as operações logísticas. Nesse contexto, chuvas intensas podem provocar alagamentos, deslizamentos e processos erosivos, comprometendo a integridade de trilhos, dormentes, lastros, túneis, pontes e taludes. Ademais, a saturação dos solos e a fragilidade de sistemas de drenagem são fatores críticos que elevam a vulnerabilidade da malha ferroviária, especialmente em regiões com histórico de precipitação extrema ou ocupação desordenada.

Além disso, a elevação das temperaturas médias e a ocorrência de ondas de calor intensas aumentam o risco de empenamento (ou flambagem) dos trilhos, fenômeno que compromete diretamente a segurança da operação e pode provocar descarrilamentos. Essas condições exigem um regime rigoroso de monitoramento, com inspeções frequentes, ajustes nas velocidades operacionais e eventuais interdições preventivas. Outrossim, o estresse térmico também afeta os sistemas de frenagem, os componentes eletromecânicos das locomotivas e os dispositivos de sinalização.

Adicionalmente, ventos fortes e tempestades severas representam outro vetor de risco, com potencial para queda de árvores, rompimento de barreiras, deslocamento de cargas e interrupção dos serviços, sendo que, em áreas rurais e de difícil acesso, essas ocorrências dificultam as ações de resposta e elevam os custos de manutenção emergencial. Por outro lado, em áreas urbanizadas, a presença de ocupações próximas às faixas de domínio intensifica os impactos sociais e operacionais dos eventos climáticos extremos.

Frente a esses desafios, torna-se essencial o planejamento adaptativo da infraestrutura ferroviária, com algumas ações, a saber: o mapeamento de trechos críticos (*hotspots* climáticos); o reforço estrutural de pontes e túneis; a requalificação de sistemas de drenagem; o uso de materiais com maior tolerância térmica; a instalação de sensores para monitoramento em tempo real; e a adoção de protocolos operacionais para situações de risco. É igualmente necessário incorporar variáveis climáticas nas diretrizes de projeto, nas avaliações de viabilidade e nos planos de concessão e regulação do setor.

Por fim, os impactos da mudança do clima sobre as ferrovias também repercutem no custo dos seguros e na resiliência financeira dos operadores, especialmente em trechos com baixa redundância logística. Assim, a promoção de soluções baseadas na natureza para controle de erosão, a integração com sistemas de previsão meteorológica e a capacitação técnica contínua são componentes-chave para garantir a segurança, a eficiência e a continuidade do serviço ferroviário frente ao novo regime climático.

Transporte rodoviário

O transporte rodoviário é altamente vulnerável a eventos climáticos extremos, por exemplo, chuvas intensas, alagamentos e inundações, que podem danificar pavimentos, pontes e acessos. Além disso, os deslizamentos de terra em áreas escarpadas e a erosão causada por precipitações frequentemente representam riscos significativos, muitas vezes interrompendo rotas críticas e isolando comunidades. Vê-se, então, que esses impactos não apenas aumentam os custos de manutenção, mas também comprometem a segurança dos usuários e a eficiência do transporte de bens e pessoas. Ademais, a frequência de acidentes viários tende a se elevar durante eventos de chuvas intensas, especialmente em trechos com drenagem deficiente ou geometria inadequada, na medida em que o acúmulo de água sobre a pista aumenta o risco de aquaplanagem e perda de controle do veículo, representando ameaça à segurança dos usuários. Portanto, a adaptação da infraestrutura terrestre deve considerar tais fatores, incorporando soluções de engenharia que reduzam o risco de sinistros em condições climáticas adversas.

Outrossim, outro risco climático relevante a comprometer o sistema rodoviário é o assoreamento, frequentemente identificado em trechos que cruzam áreas úmidas ou cursos d'água. Nesse caso, o acúmulo de sedimentos pode obstruir bueiros e canais de drenagem, impedindo o escoamento adequado da água e agravando a ocorrência de alagamentos. Associado ao aumento do volume de chuvas, esse fenômeno eleva a probabilidade de interrupção das vias e o risco de acidentes rodoviários, exigindo atenção no planejamento de soluções de engenharia e manutenção preventiva.

Além desses eventos, riscos como geadas e o congelamento de pistas, especialmente nas regiões Sul e Sudeste, podem comprometer a segurança e a fluidez do tráfego rodoviário. Da mesma forma, queimadas, geadas, tempestades, deslizamentos e inundações representam ameaças significativas, capazes de danificar infraestruturas, provocar acidentes e, em casos mais graves, resultar em perda de vidas.

Adicionalmente, a elevação das temperaturas médias e as ondas de calor podem acelerar o desgaste do pavimento, reduzir sua durabilidade e exigir investimentos constantes em reparos e substituições. Além disso, ventos fortes podem prejudicar a segurança rodoviária, especialmente para veículos de grande porte; o aumento prolongado de temperaturas acelera a manipulação de pavimentos, enquanto as queimadas, agravadas pela seca e ondas de calor, impactam tanto a infraestrutura quanto o fluxo do transporte rodoviário, como a saúde e a segurança de motoristas e trabalhadores do setor que atuam próximos ao tráfego.

Dessa forma, estratégias de adaptação – por exemplo, o uso de materiais mais resistentes, a melhoria de sistemas de transporte, a priorização de projetos em áreas menos vulneráveis, e a adequação de projetos levando em consideração os dados históricos e as projeções de precipitação, ventos, entre outras variáveis climáticas – são fundamentais para minimizar os impactos e garantir a resiliência atual e futura do transporte rodoviário frente à mudança do clima. Destacamos também que o aumento da temperatura e calor extremo podem afetar a eficiência dos veículos, resultando em maior consumo de combustível e aumento das emissões de GEE.


Destaca-se que comunidades marginalizadas localizadas em trechos urbanizados de rodovias muitas vezes não contam com infraestrutura adequada de saneamento e drenagem, estando mais expostas e vulneráveis à ocorrência de alagamentos. Essa exposição acarreta riscos à saúde pública, sobretudo em eventos que resultam em contaminação da água, proliferação de doenças ou restrição de acesso a serviços essenciais. Assim, considerar os impactos sanitários parte das consequências da mudança do clima é fundamental para o planejamento de intervenções mais justas e efetivas.

Para enfrentar esses desafios, também é fundamental que os projetos de infraestrutura rodoviária sejam desenvolvidos com base em uma análise detalhada de dados históricos e dos eventos climáticos atuais, como chuvas intensas e alagamentos, na medida em que a inclusão de previsão de tempos de retorno para diferentes eventos climáticos pode contribuir para a concepção de empreendimentos mais resilientes, aumentando a expectativa de vida útil de rodovias, de sistemas de drenagem e de outras estruturas essenciais. Dessa forma, essa abordagem integrada reduz custos futuros com manutenções emergenciais, melhora a segurança para os usuários e promove uma infraestrutura mais eficiente e durável, adequada às condições climáticas em constante transformação.

Outrossim, nos trechos urbanos das rodovias federais, a adaptação da infraestrutura viária exige atenção a soluções como drenagem eficiente, asfaltamento resiliente e manutenção preditiva,

visto que a recorrência de inundações e degradação acelerada do pavimento em áreas densamente ocupadas compromete a segurança dos usuários e a eficiência do transporte rodoviário, exigindo ações específicas frente ao agravamento dos eventos climáticos extremos.

Além disso, o incentivo a parcerias com o setor privado para o uso de dados em tempo real – telemetria veicular, comportamento de direção, sensores climáticos – pode contribuir para o aprimoramento das políticas de segurança viária, na medida em que essas informações permitem respostas mais ágeis a situações de risco climático, fortalecendo a capacidade adaptativa da infraestrutura e dos serviços de transporte rodoviário.



Nos trechos urbanos das rodovias federais, a adaptação da infraestrutura viária exige atenção a soluções como drenagem eficiente, asfaltamento resiliente e manutenção preditiva.

2.1 Síntese dos riscos prioritários

Nos Quadros 1, 2 e 3 são apresentados os principais riscos levantados para cada subsetor de transportes.

Quadro 1 – Síntese dos riscos climáticos prioritários para o subsetor de aviação civil

Principais riscos climáticos: Prejuízo ao bem-estar ou à saúde de passageiros, clientes e trabalhadores.

Impactos climáticos observados:

Eventos devido à ameaça climática ou à limitação de capacidade ou pane por sobrecarga de sistema de ar-condicionado ou ventilação. Nos últimos anos, registrou-se mal-estar térmico de passageiros, inclusive em aeroportos de capitais (p. ex.: Belém e Salvador), e de trabalhadores, especialmente os que trabalham em áreas externas.

Regiões geográficas críticas:

Todas as regiões.

Dimensões do risco

Ameaça climática	Exposição	Vulnerabilidade
Aumento da temperatura do ar média e máxima; Ondas de calor.	Biodiversidade costeira e marinha.	Verba insuficiente para mais serviços de manutenção e para obras preventivas.



Relações com a justiça climática

Aeroportos com menos recursos para realização de manutenção e ampliação da capacidade de sistemas de climatização tendem a ser mais afetados do que aeroportos de cidades maiores. Nesse contexto, idosos, crianças e pessoas com doenças crônicas são mais afetadas.

Principais riscos climáticos: **Interdição temporária de aeródromo ou de parte dele.**

Impactos climáticos observados:

Possibilidade de deformação no pavimento da pista de pouso e decolagem; interdições devido a fogo ou fumaça de incêndio em vegetação do aeródromo ou da vizinhança; nos últimos anos, interdições temporárias de pistas de pouso e decolagem ocorreram em aeroportos, inclusive de capitais (p. ex.: Manaus e Rio Branco); interdições devido a alagamento, tempestades ou danos decorrentes da chuva; em maio de 2024, o aeroporto de Porto Alegre foi alagado, com interdição por muitos meses; nos últimos anos, interdições temporárias de áreas em terminais de passageiros ocorreram em aeroportos, inclusive de capitais (p. ex.: Belo Horizonte e Cuiabá).

Regiões geográficas críticas:

Todas as regiões; quanto a incêndios e queimadas, destaque para as regiões Norte e Centro-Oeste; para inundações, destaque para as regiões próximas a corpos hídricos.

Dimensões do risco

Ameaça climática	Exposição	Vulnerabilidade
Temperatura do ar média e/ou máxima mais elevada do que o normal, inclusive ondas de calor; Aumento da duração e/ou da frequência de secas; Aumento da ocorrência de chuvas extremas; Aumento das tempestades severas (chuva extrema, ventos fortes, granizo, raios etc.).	Aeroportos e aeródromos.	Verba insuficiente para mais serviços de manutenção e obras preventivas; Limitação dos recursos de fiscalização ambiental e combate a incêndios em vegetação, de estados, DF e outros entes (municipais e privados).



Relações com a justiça climática

Localidades isoladas têm, em geral, menos recursos para a manutenção de pistas de pouso e decolagem. Assim, interdições mais frequentes nesses locais causam maior restrição de acesso das populações locais a serviços de saúde e educacionais, causando impactos na logística de transporte de cargas e outros efeitos negativos. Ademais, a interrupção dos serviços aéreos em localidades de difícil acesso terrestre impacta o acesso das populações locais a outras cidades e ao recebimento de mercadorias. No caso de interdições demoradas, usar serviços aéreos a partir de aeroportos alternativos tende a ter custo maior, o que pode dificultar o acesso das populações vulnerabilizadas, e os trabalhadores vinculados ao aeroporto interditado podem sofrer redução de renda. Por fim, o alagamento de aeroportos e aeródromos tem o potencial de provocar perdas mais significativas para as populações de menor renda e grupos sociais vulnerabilizados, sejam clientes aéreos ou trabalhadores do setor.

Principais riscos climáticos: Desativação de aeródromo ou interdição permanente de parte dele.

Impactos climáticos observados:

Possibilidade de alagamento permanente e isolamento de regiões. Esse risco ainda não se materializou no país, mas ele deve ser mencionado, porque se estima que o nível médio do mar global subirá 84 cm até 2100 (Eurocontrol, 2021, p. 9).

Regiões geográficas críticas:

Aeroportos e aeródromos costeiros.

Dimensões do risco

Ameaça climática	Exposição	Vulnerabilidade
Elevação do nível médio do mar.	Aeroportos e aeródromos.	Verba insuficiente para obras preventivas.



Relações com a justiça climática

A desativação ou a limitação dos serviços aéreos impacta as populações vulnerabilizadas locais, inclusive quanto ao acesso a outras cidades e ao recebimento de mercadorias.

Principais riscos climáticos: **Suspensão temporária de serviço de navegação aérea que cause desvio, atraso ou cancelamento de voos.**

Impactos climáticos observados:

Eventos de pane em equipamentos ou limitação de serviço de navegação aérea; esse impacto ainda não se materializou no país, mas ele deve ser mencionado, porque é destacado pela Icao (2022a); em 05/2024, o aeroporto de Porto Alegre foi alagado e danos a equipamentos do PSNA ocorreram; nos últimos anos, interdições temporárias ocorreram em aeroportos, inclusive de capitais (p. ex.: São Paulo e Macaé/RJ).

Regiões geográficas críticas:

Todas as regiões, com destaque para as próximas a corpos hídricos devido à possibilidade de inundação; para tempestades severas, todas as regiões, com destaque para o Centro-Oeste, o Sudeste e o Sul.

Dimensões do risco

Ameaça climática	Exposição	Vulnerabilidade
Temperatura do ar média e/ou máxima mais elevada que o normal, inclusive ondas de calor; Chuvas extremas (de maior volume que o normal); Tempestades severas (chuvas extremas, ventos fortes, granizo, raios etc.).	Provedores de Serviços de Navegação Aérea (PSNA ²).	Verba insuficiente para mais serviços de manutenção e obras preventivas; Verba insuficiente para serviços preditivos e preventivos de panes em equipamentos e modernização deles.



Relações com a justiça climática

O possível aumento de preços de serviços aéreos causado pela materialização do risco prejudicará o uso do transporte aéreo para a população de menor poder aquisitivo.

² PSNA são os Destacamentos de Controle do Espaço Aéreo (DTCEA) (órgãos do Comando da Aeronáutica), as Dependências da NAV Brasil (DNB) e as Estações Prestadoras de Serviços de Telecomunicações e de Tráfego Aéreo (EPTA) (Brasil/Decea, 2021). Os PSNA existem em aeroportos e fora deles (por exemplo, vinculados ao auxílio à navegação aérea na rota entre dois aeroportos).

Principais riscos climáticos: Aumento do risco de acidentes e incidentes aéreos e desvio de voos (RC5).

Impactos climáticos observados:

Turbulências de céu claro, correntes de jato e rajadas de vento, todas mais fortes do que o normal, causadas por fatores climáticos; nos últimos anos, ocorreram incidentes desse tipo no país e no exterior.

Regiões geográficas críticas:

Todas as regiões; para tempestades, todas as regiões, com destaque para o Centro-Oeste, o Sudeste e o Sul.

Dimensões do risco

Ameaça climática	Exposição	Vulnerabilidade
Temperatura do ar média e/ou máxima mais elevada do que o normal, inclusive ondas de calor; Chuvas extremas e tempestades severas.	Operadores aéreos, inclusive empresas aéreas comerciais.	Pilotos e aeronaves podem sofrer falha ao enfrentar turbulências extremas.



Relações com a justiça climática

O risco pode prejudicar o abastecimento e contribuir com o isolamento de regiões vulneráveis.

Principais riscos climáticos: Aumento de custos e de preços ou redução de faturamento.

Impactos climáticos observados:

Aumento de custos operacionais – combustíveis, pneus, energia em terra (GPU e PCA) etc.; redução de passageiros ou cargas em voos, causada pela redução do peso máximo de decolagem; redução de demandas locais por transporte aéreo; impactos ocorridos nos últimos anos, conforme relatado pelas empresas aéreas comerciais; eventos de indisponibilidade de infraestrutura ou serviço aeroportuário ou de navegação aérea, e isolamento de regiões; nos últimos anos, interdições temporárias de pistas de pouso e decolagem devido a fogo ou fumaça de incêndio em vegetação, inclusive de capitais (p. ex.: Manaus e Rio Branco); em 05/2024, o aeroporto de Porto Alegre foi alagado, com interdição por muitos meses; nos últimos anos, interdições temporárias de áreas em terminais de passageiros ocorreram em aeroportos, inclusive de capitais (p. ex.: Belo Horizonte e Cuiabá).

Regiões geográficas críticas:

Todas as regiões; para secas, destaque para as regiões Norte e Centro-Oeste; para inundações, destaque para as regiões próximas a corpos hídricos; para tempestades severas, destaque para as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Dimensões do risco

Ameaça climática	Exposição	Vulnerabilidade
Temperatura do ar média e/ou máxima mais elevada do que o normal, inclusive ondas de calor;	Operadores aéreos, inclusive empresas aéreas comerciais.	Atividade dependente das condições meteorológicas e infraestruturas aeroportuárias e aeronáuticas;
Aumento da duração e/ou da frequência de secas;		As demandas locais por TA são sensíveis ao aumento da temperatura.
Chuvas extremas (de maior volume do que o normal);		
Tempestades severas (chuva extrema, ventos fortes, granizo, raios etc.).		



Relações com a justiça climática

O possível aumento de preços de serviços aéreos causado pela materialização do risco prejudicará o uso do transporte aéreo pela população de menor poder aquisitivo.

Fonte: Elaboração própria.

Abreviações e siglas: GPU (*Ground Power Unit*); PCA (*Preconditioned Air Unit*); PSNA (Provedores de Serviços de Navegação Aérea); TA (transporte aéreo).

Quadro 2 – Síntese dos riscos climáticos prioritários para o subsetor de infraestrutura portuária e aquaviária

Principais riscos climáticos: Interrupção das operações portuárias e danos estruturais devido a tempestades.

Impactos climáticos observados:

Interrupção do tráfego e das manobras de embarcações nos canais de acesso (segurança da navegação); integridade das infraestruturas portuárias e das embarcações; interrupção das ancoragens com perda da capacidade operacional do porto; interrupção das saídas e movimentação de embarcações das áreas de fundeio; incêndios provenientes de descargas elétricas (custos com seguros); comprometimento do acesso viário ao porto; interrupção e cancelamentos da carga e descarga de mercadorias e graneis sólidos; prejuízos financeiros de sobrestadia, com dispensa de mão de obra portuária; aumento dos custos com seguros; performance operacional.

Regiões geográficas críticas:

Os portos das regiões Sul e Sudeste são mais vulneráveis a tempestades e chuvas intensas, destacando-se o Porto de Rio Grande e o Porto de Aratu-Candeias.

Dimensões do risco		
Ameaça climática	Exposição	Vulnerabilidade
Tempestades severas; Chuvas extremas; Neblinas.	Infraestrutura portuária; Cargas; Trabalhadores.	Ausência ou deficiência nas bases de dados climáticos e meteorológicos nos portos, na disponibilização de informações para o setor sobre paradas operacionais ou por danos das infraestruturas, na capacidade operacional de emergência (substituição e inclusão de mais transportadores), na informação e no conhecimento sobre a sazonalidade da carga e ausência de coberturas em áreas de embarque; Sistemas de drenagem inadequados; Planos de manutenção desatualizados; Custos de seguro.



Relações com a justiça climática

A interrupção da navegação compromete a mobilidade para serviços de saúde e educação e reduz a oferta de itens básicos, por exemplo, alimentos e combustíveis, ampliando desigualdades sociais.

Principais riscos climáticos: Interrupção das operações portuárias e danos estruturais, devido ao aumento do nível do mar.

Impactos climáticos observados:

Interrupção do tráfego e das manobras de embarcações; rompimento da ancoragem das boias/balizamentos; desconformação geométrica (planimetria); redução da vida útil das estruturas, sem perda funcional; danos funcionais a faróis; redução da borda livre; colapso de encostas e taludes, com movimentação de sedimentos, toras de madeira e outros; abalo de base de equipamentos e empilhadeiras.

Regiões geográficas críticas:

Aratu-Candeias; Rio Grande; Paranaguá; Santos; São Francisco do Sul. Em relação às ressacas, portos situados em mar aberto, como Fortaleza, Ilhéus, Imbituba, Recife e Suape.

Dimensões do risco

Ameaça climática	Exposição	Vulnerabilidade
Aumento do nível do rio/mar; Aumento no número de ressacas e da altura da maré e das ondas.	Infraestrutura portuária; Cargas; Trabalhadores.	Ausência ou deficiência de plano de gestão de ativos e de procedimentos de emergência, manutenção e monitoramento; Procedimentos de atracação e operacionais desatualizados para emergência e de utilização do içamento em casos de inundação do berço; Ausência ou deficiência de estudos de engenharia para melhoria da contenção física e drenagem dos berços.



Relações com a justiça climática

Comunidades isoladas e vulnerabilizadas devido à dificuldade de integrar diferentes modais. Ademais, regiões mais vulneráveis, como áreas remotas e sociais marginalizadas, sofrem desproporcionalmente com a interrupção dos serviços de transporte.

Principais riscos climáticos: Interrupção das operações portuárias e danos estruturais devido a vendavais.

Impactos climáticos observados:

Interrupção do tráfego de embarcações e das manobras nos canais de acesso; interrupção das acostagens no porto e perda operacional do porto; danos estruturais aos equipamentos de içamento.

Regiões geográficas críticas:

Recife, Salvador, Santos, Imbituba e Natal.

Dimensões do risco

Ameaça climática	Exposição	Vulnerabilidade
Ventos extremos (vendavais).	Infraestrutura portuária; Cargas; Trabalhadores.	Baixa taxa de elaboração de estudos de avaliação de riscos; Verba e diagnósticos reduzidos para reforço nas bases dos equipamentos instalados nos trilhos dos berços; Sensibilidade de equipamentos de içamento, especialmente para carga a granel e contêineres.



Relações com a justiça climática

A interrupção da navegação compromete a mobilidade para serviços de saúde e educação e reduz a oferta de itens básicos, como alimentos e combustíveis, ampliando desigualdades sociais.

Principais riscos climáticos: Interrupção da navegação, inclusive em hidrovias, das operações portuárias e danos nas infraestruturas aquaviárias, devido à seca e à estiagem.

Impactos climáticos observados:

Interrupção do tráfego de embarcações e das manobras, por conta de cotas excessivamente baixas; interrupção das acostagens na instalação portuária pública de pequeno porte (IP4) e perda operacional; danos estruturais aos equipamentos e instalações da IP4; aumento dos custos com seguros da embarcação e da carga; deterioração de infraestruturas portuárias e das embarcações; possibilidade de roubos em razão de velocidades muito baixas.

Regiões geográficas críticas:

Bacia Amazônica, Rio Paraguai, Rio Paraná, Rio Tietê.

Dimensões do risco

Ameaça climática	Exposição	Vulnerabilidade
Seca e estiagem; Alteração no regime de precipitação.	Infraestrutura portuária; Cargas.	Ausência ou deficiência nas bases de dados climáticos e meteorológicos nos portos, na disponibilização de informações para o setor sobre paradas operacionais ou danos das infraestruturas e na capacidade operacional de emergência.



Relações com a justiça climática

Na região amazônica, os rios são o principal ou único acesso para passageiros e bens. Interromper a navegação implica ausência de acessibilidade e mobilidade para milhões de amazônidas.

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 3 – Síntese dos riscos climáticos prioritários para o subsetor de infraestrutura ferroviária e rodoviária

Principais riscos climáticos: Perdas socioeconômicas devido à interrupção e aos danos na infraestrutura do transporte rodoferroviário.

Impactos climáticos observados:

Redução da vida útil de materiais e estruturas; danos e prejuízos na infraestrutura e na operação; aumento nos custos de manutenção, devido a movimentos de massa, erosões, alagamentos e inundações, incêndios e altas temperaturas; variação na cota do terreno e alterações na catenária (rede de alimentação elétrica aérea).

Regiões geográficas críticas:

Para precipitação extrema: rodovias localizadas em regiões de bacias sedimentares/depressões e planícies; rodovias em regiões montanhosas/declividade acentuada, locais com concentração de rios e regiões costeiras. Para altas temperaturas: todas as regiões.

Dimensões do risco

Ameaça climática	Exposição	Vulnerabilidade
Chuvas extremas; Chuvas extremas persistentes; Estiagem e seca; Temperaturas extremas; Ondas de calor; Ventos fortes.	Rodovias e ferrovias; Plataformas; Obras de arte especiais; Pontes; Estruturas de proteção contra ameaças; Sistema de drenagem; Veículos e pessoas; Taludes.	Sistemas de drenagem insuficientes/subdimensionados; Uso indevido do solo; Infraestruturas antigas; Ausência de normas e processos construtivos que considerem eventos extremos; Falta de manutenção periódica; Ausência ou mal funcionamento de dispositivos de drenagem; Deficiência na fiscalização de uso e ocupação do solo; Geologia desfavorável do terreno; Superfície vegetal degradada; Tipo de vegetação favorável à erosão; Áreas de retenção reduzidas; Tipo de material utilizado nos trens elétricos; Infraestrutura de catenária antiga e sem tecnologias de adaptação climática.



Relações com a justiça climática

Aumento dos custos logísticos e de transporte de passageiros que repercute no aumento da inflação do país, impactando, principalmente, comunidades de baixa renda, com perdas materiais e limitações de mobilidade.

Principais riscos climáticos: Deformação de infraestrutura rodoferroviária, devido ao aumento da temperatura.

Impactos climáticos observados:

Expansão térmica e flambagem dos trilhos (empenamento); defeitos de geometria e comprometimento do uso da via; danos à integridade do pavimento, em virtude de deflexões elevadas, fissuras transversais, redução da taxa de deformação do pavimento asfáltico e deformação permanente; superaquecimento de equipamentos elétricos em trens movidos a energia elétrica.

Regiões geográficas críticas:

Todas as regiões.

Dimensões do risco

Ameaça climática	Exposição	Vulnerabilidade
Temperaturas extremas/ondas de calor.	Rodovias e ferrovias; Pontes; Estruturas de proteção contra ameaças.	Infraestrutura ferroviária antiga e sem tecnologias de adaptação climática; Ausência de normas e processos construtivos que considerem eventos extremos; Uso de materiais com maior sensibilidade a temperaturas elevadas.



Relações com a justiça climática

Impacto na segurança pública, custos de recuperação elevados, descontinuidade do serviço, redução da competitividade das empresas e na qualidade do serviço prestado.

Principais riscos climáticos: Acidentes, perda de vidas e interrupção temporária da operação rodoviária devido a incêndios florestais.

Impactos climáticos observados:

Aumento da frequência e intensidade de incêndios florestais nos últimos 15 anos; incidência de fumaça em estradas e rodovias, ocasionando potenciais acidentes e interdição das vias; problemas de instabilidade na infraestrutura e danos em dispositivos de operação (sinalização vertical e horizontal), painéis de mensagem variável (PMV) e câmeras de monitoramento devido a incêndios, além de danos à fauna e à flora nas faixas de domínio das rodovias, com maior gravidade nos trechos que atravessam áreas ambientalmente protegidas.

Regiões geográficas críticas:

Todas as regiões.

Dimensões do risco

Ameaça climática	Exposição	Vulnerabilidade
Temperaturas extremas; Ondas de calor; Seca e estiagem.	Rodovias; Pontes; Estruturas de proteção contra ameaças; Sistema de drenagem; Veículos e pessoas; Infraestrutura de sinalização.	Áreas com alta incidência de incêndios florestais e infraestrutura ferroviária vulnerável; Degradação da cobertura vegetal; Uso indevido do solo; Infraestrutura rodoviária frágil; Qualidade e tipo dos materiais empregados na execução das obras; Inexistência ou inadequação dos planos de monitoramento de incêndios/queimadas; Reduzida fiscalização do uso e ocupação do solo; Não recuperação de cobertura vegetal de áreas degradadas.



Relações com a justiça climática

Impactos na segurança pública e na saúde das populações próximas; custos de recuperação elevados; descontinuidade do serviço.

Principais riscos climáticos: Risco de danos na infraestrutura rodoferroviária e interrupção de trechos e operações, devido ao aumento do nível do mar e da erosão costeira.

Impactos climáticos observados:

Diminuição da vida útil, devido a danos prematuros de materiais e estrutura; inundações de linhas férreas em áreas costeiras durante eventos de maré alta e tempestades; galgamento (extrapolação da água do mar sobre as barreiras físicas) e dano de defesas marítimas; inundações de túneis e estações subterrâneas e infraestrutura de baixa altitude; sobrecarga nos dispositivos de drenagem da via; transporte de material de aterro e colmatção do lastro; danos significativos ou até o colapso da estrutura; erosão das camadas inferiores da plataforma e fundações de pontes; ruptura de taludes e de estruturas de contenção, colapso de corpo estradal; redução do desempenho e vida útil de pavimentos inundados; patologias e problemas estruturais em obras de arte especiais.

Regiões geográficas críticas:

Regiões costeiras; regiões montanhosas/declividade acentuada; regiões de bacias sedimentares/depressões e planícies.

Dimensões do risco

Ameaça climática	Exposição	Vulnerabilidade
Elevação do nível do mar; Tempestades; Chuvas extremas; Chuvas extremas persistentes; Marés de tempestade; Aumento da altura de ondas; Vendavais (empilhamento de ondas).	Rodovias, ferrovias, pontes; Sistema de drenagem; Estruturas de proteção contra ameaças; Veículos e pessoas.	Infraestrutura ferroviária em áreas baixas e próximas ao mar; tipos de defesas marítimas inadequadas; impermeabilização do solo em áreas urbanas e periurbanas; taludes em áreas com alta incidência de ondas fortes e sem proteção adequada; defesas marítimas antigas e sem a devida manutenção; ausência de normas e processos construtivos que considerem eventos extremos; deficiência na fiscalização de uso e ocupação do solo; túneis, pontes e estações antigas sem medidas de proteção contra erosão; impermeabilização do solo em áreas urbanas e periurbanas; áreas com declives acentuados e instabilidade geológica; tipo de solo e fundações das pontes; sistemas de drenagem ausentes/ insuficientes/ subdimensionados; entupimento de drenagem; desvios irregulares para o sistema de drenagem; vegetação degradada; áreas de retenção reduzidas; ausência de normas e processos construtivos que considerem eventos extremos; deficiência na fiscalização de uso e ocupação do solo; agricultura em áreas declivosas; frequência de manutenção de pavimentos reduzida; geologia desfavorável do terreno; tipo de vegetação favorável a deslizamento.



Relações com a justiça climática

Impacto na segurança pública e de transporte, custos de recuperação e reconstrução elevados; deslocamento de populações, descontinuidade do serviço, impacto na logística nacional. Comunidades em encostas enfrentam deslocamento forçado e perdas econômicas significativas. A intensificação de eventos climáticos extremos tem pressionado também o mercado de seguros, resultando em valores mais elevados de franquias e apólices, especialmente para infraestruturas mais expostas a riscos hidrológicos e geotécnicos. Esse efeito secundário impacta a sustentabilidade financeira das concessões e o custo de operação dos serviços logísticos.

Fonte: Elaboração própria.

2.2 Descrição dos riscos prioritários

AVIAÇÃO CIVIL

Os principais riscos da mudança do clima para a aviação civil no Brasil, definidos com base no documento da Icao (*International Civil Aviation Organization*) *Climate Risk Assessment, Adaptation and Resilience: Key Climate Change Vulnerabilities for Aviation Organisations* (Icao, 2022a), estão organizados em três categorias de entidades operacionais: (i) aeroportos e aeródromos, incluindo todas as entidades que operam nessas infraestruturas; (ii) provedores de serviços de navegação aérea (PSNA)², responsáveis pela operação de infraestruturas aeronáuticas civis de auxílio à navegação aérea; e (iii) operadores aéreos, incluindo empresas de aviação comercial. Esses riscos consideram, ainda, outros documentos internacionais, da própria Icao (2018; 2020; 2022b), do ACI (*Airports' Council International*) (ACI, 2018) e da Eurocontrol (*European Organization for the Safety of Air Navigation*) (Eurocontrol, 2018; 2021). Nesse contexto, as principais ameaças climáticas abrangem temperaturas mais altas do que o normal, inclusive ondas de calor; aumento da duração ou frequência de secas; chuvas extremas; tempestades severas (com chuva extrema, ventos fortes, granizo, raios etc.); e elevação do nível médio do mar. Ademais, considera-se que “normal” se refere às condições climáticas da época de projeto das infraestruturas ou ao histórico climático dos últimos 40 anos.

Outrossim, as ameaças climáticas podem impactar a aviação civil de modo uniforme ou desigual, dependendo do tipo de infraestrutura ou operação afetada e da intensidade da ameaça climática, da mesma forma que diferentes localidades e territórios também poderão ser impactados de maneira desigual, reforçando a relação com a justiça climática. A complexidade desses impactos diferenciais está descrita em detalhes a seguir, enquanto o Quadro 1 oferece uma visão geral dos riscos e impactos das ameaças, por exemplo, tempestades severas e eventos extremos, que podem ocorrer em um único dia ou em períodos prolongados. Assim, a análise reforça a importância de adotar estratégias de resiliência e adaptação para aeroportos, PSNA e operadores aéreos, considerando os padrões e práticas recomendadas pela Icao e pelas demais organizações internacionais mencionadas.

A seguir, para cada risco apresentado e detalhado no Quadro 1, estão descritos os impactos climáticos observados nos últimos 15 anos e os fatores condicionantes dos riscos climáticos, ou seja, a exposição e a vulnerabilidade dos serviços e elementos afetados pela ameaça climática. Além disso, as relações de cada risco com a justiça climática, quando existentes, são apresentadas ao final.

• Prejuízo ao bem-estar ou à saúde de passageiros, clientes e trabalhadores

Esse risco se refere aos elementos de exposição em aeroportos e aeródromos, nos quais o aumento da temperatura do ar média e/ou máxima, inclusive ondas de calor, causa impactos no bem-estar e na saúde dos passageiros e trabalhadores. Ademais, altas temperaturas elevam o risco de desidratação, hipertermia e estresse térmico, exigindo maior capacidade de sistemas de climatização, que podem sofrer devido à sobrecarga. Por fim, trabalhadores de áreas externas, como pátios de aeronaves, enfrentam maior vulnerabilidade a insolação e letargia, especialmente durante picos de calor, tendo ocorrido registros de casos de mal-estar térmico em aeroportos, inclusive em capitais (Belém e Salvador, por exemplo).

• Interdição temporária de aeródromo ou parte dele

Esse risco se refere aos elementos de exposição aeroportos e aeródromos, em que temperaturas elevadas, aumento da duração e/ou da frequência de secas, chuvas extremas e tempestades seve-

ras são ameaças que podem causar interdições temporárias. Dessa forma, o calor extremo pode deformar pistas de asfalto, enquanto secas prolongadas aumentam a probabilidade de incêndios na vegetação próxima, prejudicando a visibilidade dos pilotos e comprometendo as operações aéreas. Por fim, chuvas intensas podem alagar pistas, terminais e acessos terrestres, como ocorreu no aeroporto de Porto Alegre em 2024. Essas ocorrências em áreas de difícil acesso terrestre afetam a conectividade, a logística e a economia local.

- **Desativação de aeródromo ou interdição permanente de parte dele**

A elevação do nível médio do mar ameaça aeródromos costeiros, com previsão de aumento global de até 84 cm até 2100 (Eurocontrol, 2021), podendo causar alagamentos permanentes ou recorrentes em áreas aeroportuárias, além de elevação do lençol freático, comprometendo a funcionalidade dos sistemas de drenagem e pavimentos. Embora os aeroportos brasileiros estejam em cotas superiores a 2 metros, ressacas e outros impactos costeiros poderão demandar adaptações estruturais para evitar prejuízos econômicos e sociais.

- **Suspensão temporária de serviço de navegação aérea que cause desvio, atraso ou cancelamento de voos**

Esse risco se refere à exposição dos Provedores de Serviços de Navegação Aérea (PSNA). Nesse contexto, os serviços de navegação aérea (que abrangem os serviços de telecomunicações aeronáuticas, de meteorologia para a navegação aérea, de informação aeronáutica e de navegação e vigilância nos aeroportos e no espaço aéreo) podem ser interrompidos por falhas em equipamentos causados por calor extremo, chuvas intensas ou tempestades severas. Ademais, alagamentos de instalações ou danos estruturais podem resultar em desvios, atrasos e cancelamentos de voos.

- **Aumento do risco de acidentes e incidentes aéreos**

Esse risco se refere à exposição dos operadores aéreos. Nesse caso, as temperaturas mais altas alteram a dinâmica atmosférica, aumentando a frequência e a intensidade de turbulências de céu claro, correntes de jato e rajadas de vento. Ademais, chuvas extremas e tempestades severas, com ventos fortes, granizo e raios, também são ameaças aqui associadas. Por fim, os fenômenos elevam o risco de incidentes e acidentes aéreos.

- **Aumento de custos e preços ou redução de faturamento**

Esse risco se refere à exposição dos operadores aéreos. Nesse contexto, temperaturas elevadas podem limitar o peso máximo das aeronaves, aumentando o consumo de combustível e os custos de manutenção. Além disso, eventos climáticos extremos, como secas, chuvas intensas e tempestades severas, podem causar interdições temporárias de infraestrutura, resultando em aumento de custos e perda de receita. Tais fatores, por fim, também impactam a demanda por serviços aéreos, especialmente em localidades turísticas dependentes de condições climáticas específicas.

Relações com a justiça climática

Os riscos identificados têm impactos desiguais em diferentes situações e regiões, por exemplo, aeroportos em localidades isoladas ou com menos recursos enfrentam maiores dificuldades para implementar adaptações, resultando em prejuízos desproporcionais para populações vulnerabilizadas. Outrossim, o aumento de custos e preços dos serviços aéreos limita o acesso de pessoas de menor poder aquisitivo ao transporte aéreo, enquanto impactos climáticos em áreas de difícil acesso terrestre dificultam o acesso a serviços essenciais, como saúde e educação, e impactam cadeias de suprimentos locais.

Impactos setoriais

Os riscos climáticos na aviação civil têm implicações em diversos setores, como agricultura, saúde, turismo e gestão de riscos e de desastres, na medida em que o transporte aéreo é essencial para a logística de insumos agrícolas e produtos de alto valor agregado, além de desempenhar um papel crucial no atendimento de emergências médicas e no turismo doméstico e internacional. Assim, interrupções no setor afetam a economia local e nacional, destacando a importância de estratégias integradas de adaptação.

INFRAESTRUTURA PORTUÁRIA E AQUAVIÁRIA

A Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), em parceria com a Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ), elaborou, em 2021, o estudo *Impactos e Riscos da Mudança do Clima nos Portos Públicos Costeiros Brasileiros*, cujo objetivo foi subsidiar políticas públicas e direcionar investimentos, integrando a dimensão da mudança do clima às operações portuárias nacionais, considerando a ocorrência crescente de eventos climáticos extremos. Assim, o estudo indicou variações regionais nos riscos climáticos para vendavais, tempestades e elevação do nível do mar, destacando os vendavais como uma ameaça mais crítica. Nesse contexto, de acordo com o cenário de emissões RCP (*Representative Concentration Pathways*) 8.5 para 2050, 76,2% dos portos analisados poderão enfrentar risco “alto” ou “muito alto” de vendavais, enquanto tempestades e aumento do nível do mar afetarão 52,4% dos portos. Ademais, a região Nordeste apresentou um número maior de portos em níveis críticos para vendavais e tempestades, enquanto a região Sul se igualou em relação à elevação do nível do mar.

Além disso, é essencial perceber que os impactos da mudança do clima já são uma realidade no setor portuário brasileiro, segundo os diagnósticos da ANTAQ e GIZ (2020), e há uma tendência de agravamento desse cenário caso não sejam adotadas medidas coordenadas de mitigação e adaptação. Ademais, a ausência de monitoramento contínuo das ações já adotadas dificulta a avaliação de sua eficácia, reforçando a necessidade de cooperação entre governos, autoridades portuárias e a agência reguladora para garantir a resiliência das infraestruturas portuárias e a continuidade das operações. Por fim, o estudo destacou que iniciativas para reduzir os efeitos da mudança do clima nos portos são essenciais para preservar a eficiência logística e minimizar prejuízos econômicos, sociais e ambientais.

A seguir, para cada risco apresentado e detalhado no Quadro 2, estão descritos os impactos climáticos observados nos últimos 15 anos e os fatores condicionantes dos riscos climáticos, ou seja, os elementos expostos e a vulnerabilidade desses elementos, expressa por sua sensibilidade e sua capacidade adaptativa. As informações de riscos e vulnerabilidades detalhadas abaixo foram baseadas no estudo intitulado *Impactos e riscos da mudança do clima nos portos públicos costeiros brasileiros* (ANTAQ, 2021). São indicadas as tendências da vulnerabilidade e da exposição dos elementos e, ao final, apresentam-se as relações do risco com a justiça climática.

• Interrupção das operações portuárias e danos estruturais devido a tempestades

Prevê-se que as chuvas fortes se tornem mais intensas, com um aumento na ordem de 2,5% e 20%, até o final do século em relação às condições de 2020, considerando os cenários intermediários e os piores casos, respectivamente. Nesse cenário, o risco de interrupção das operações portuárias associado a tempestades, chuvas torrenciais e neblinas apresenta tendências graves de aumento nos índices de entrega máxima anual em portos como Cabedelo, Imbituba, Itajaí e Rio Grande. Ademais, o Porto de Suape destaca-se com probabilidade “muito alta” de ocorrência de tempestades no período observacional (1986-2005), enquanto outros portos, como Santos,

Salvador e São Francisco do Sul, apresentam probabilidade “alta”. Além disso, a vulnerabilidade é influenciada pela sensibilidade, especialmente em fatores como o tipo de carga e as condições das áreas protegidas, destacando a importância de estratégias adaptativas para minimizar os impactos das tempestades em portos sob maior ameaça.

Outrossim, os portos do Rio Grande e São Francisco do Sul são os mais vulneráveis às tempestades, com classificação de vulnerabilidade “alta”, influenciada principalmente pela sensibilidade elevada. No Porto do Rio Grande, o tipo de carga, especialmente vegetal, aumenta o risco de paralisações operacionais, enquanto a condição da área protegida é o principal fator que eleva a probabilidade de impactos causados por tempestades em São Francisco do Sul.

• Interrupção das operações portuárias e danos estruturais devido ao aumento do nível do mar

O aumento do nível do mar, em associação a ressacas, marés altas e ondas intensas, foi identificado como uma ameaça climática para 18 dos 21 portos analisados, com exceção de Angra dos Reis, Niterói e Rio de Janeiro. Para os demais portos costeiros, os dados do modelo de elevação digital indicam que o aumento do nível do mar representa um risco significativo em cenários futuros, exigindo atenção e medidas de adaptação. Exemplifica-se por estudo realizado no Porto do Açú, o qual prevê aumento médio do nível do mar em +0,48 (cenário intermediário) e +0,78 (piores casos).

Nesse contexto, o estudo elaborado pela ANTAQ (2021) revelou que nenhum dos portos analisados apresenta vulnerabilidade “muito alta” ou “alta” frente à ameaça de aumento do nível do mar, sendo que 14 dos 21 portos foram classificados com vulnerabilidade “média”. Nesse ponto, destaca-se o Porto de Itajaí com vulnerabilidade “muito baixa”, reflexo de sua elevada capacidade adaptativa, resultante de medidas não estruturais já inovadoras. Ademais, portos como Itajaí, Itaqui e Natal, apesar de apresentarem sensibilidade semelhante a outros com vulnerabilidade “média”, apresentam maior capacidade adaptativa, reduzindo seus riscos. O impacto do aumento do nível do mar ainda é percebido principalmente em cenários futuros, sendo pouco mensurável atualmente, o que contribui para a falta de investimentos preventivos devido à incerteza e à natureza incremental dessa ameaça.

• Interrupção das operações portuárias e danos estruturais devido a vendavais

Estudos indicam que a velocidade dos ventos deve aumentar em aproximadamente 10% até o final do século³. Diante disso, o risco de interrupção das operações portuárias e danos estruturais devido a vendavais, avaliado pelo índice Wx90p (percentil 90 da velocidade máxima do vento), mostrou tendência de aumento em portos como Cabedelo, Fortaleza, Itaqui, Natal, Recife e Suape, com base nos dados do ERA-Interim (1979-2014). Esses portos são mais suscetíveis a eventos de vento extremo, reforçando a necessidade de medidas adaptativas para minimizar os impactos operacionais e estruturais.

Em relação ao indicador de ameaça de vendaval abordado no levantamento da ANTAQ (2021), para o período observacional (1986/2005), sete portos, sendo eles Cabedelo, Fortaleza, Natal, Niterói, Recife, Rio de Janeiro e Suape, apresentam probabilidade “média” de ocorrência de vendaval, com o restante dos portos indicando “alta” probabilidade de ocorrência de vendavais.

Em relação aos dados de vulnerabilidade aos vendavais, para os 21 portos públicos analisados, 7 portos apresentavam alta vulnerabilidade à ameaça de vendavais: Fortaleza, Ilhéus, Imbituba, Recife, Salvador, São Francisco do Sul e São Sebastião. Ademais, a sensibilidade elevada foi o

³ Porto do Açú: Avaliação dos Riscos Climáticos – Resumo Executivo. Rio de Janeiro: Porto do Açú, 2022. Disponível em: <https://esg.portodoacu.com.br/>.

principal fator responsável, com indicadores como “tipo de carga” e “condição da área abrigada” influenciando os resultados, especialmente no Porto de Fortaleza. Além disso, de maneira preocupante, a capacidade adaptativa desses portos foi definida como “muito baixa”, refletindo a ausência de medidas estruturais e não estruturais que aumentam a resiliência das operações frente a eventos extremos de vento.

- **Interrupção da navegação, inclusive em hidrovias, das operações portuárias e danos nas infraestruturas aquaviárias devido à seca e à estiagem**

As projeções medianas indicam uma redução no número de dias de chuva por ano, sendo as mudanças na precipitação média anual projetadas para serem limitadas na ordem de -5% até o final do século. Diante disso, cabe o destaque para o fato de que as ameaças de seca e de estiagem são de extrema relevância para o transporte hidroviário, pois a navegação depende da profundidade dos rios, e níveis muito baixos forçam a redução de carga ou a interrupção das operações, como ocorreu no Rio Tietê (2014-2016, 2021-2022), no Rio Paraguai (2024) e no Rio São Francisco, onde a navegação comercial está inoperante desde a década passada, levando transportadores a migrar para modos mais caros e poluentes. Além disso, em localidades onde os rios são o principal acesso, como na Amazônia, a paralisação da navegação envolve serviços básicos e abastecimento de itens essenciais, ampliando as desigualdades sociais e afetando diretamente a mobilidade e a qualidade de vida das comunidades ribeirinhas.

Relações com a justiça climática

Os riscos climáticos nos setores portuários e hidroviários afetam de maneira desigual diferentes regiões e populações, fazendo com que os portos, localidades com menor capacidade adaptativa, enfrentem maiores dificuldades na implementação de medidas preventivas, aumentando a exposição aos impactos climáticos. Já no transporte hidroviário, as comunidades ribeirinhas da Amazônia, que dependem dos rios como principal via de acesso, são particularmente vulneráveis. Assim, a interrupção da navegação compromete a mobilidade para serviços de saúde e educação e reduz a oferta de itens básicos, como alimentos e combustíveis, ampliando desigualdades sociais. Projetos, como o Fortalecimento da Relação Porto-Cidade, desenvolvidos pela ANTAQ e pela GIZ, os quais buscam integrar sustentabilidade e resiliência climática às atividades portuárias e territórios associados, promovendo estratégias inclusivas e adaptativas para mitigar os impactos da mudança do clima.

INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA E RODOVIÁRIA

Os riscos climáticos prioritários identificados para o subsetor de infraestrutura ferroviária e rodoviária refletem a interação complexa entre ameaças climáticas, vulnerabilidade da infraestrutura existente e exposição geográfica. A seguir, são descritos os riscos apresentados no Quadro 3.

Esses riscos foram sistematicamente identificados e analisados no estudo *AdaptaVias – Levantamento de Impactos e Riscos Climáticos sobre a Infraestrutura Federal de Transporte Terrestre (Rodoviário e Ferroviário)*, coordenado pelo Ministério dos Transportes, com o apoio técnico do MCTI, do INPE, da GIZ e da Coppe/UFRJ. Utilizando uma metodologia integrada de avaliação de risco climático baseada nos parâmetros do IPCC e da plataforma AdaptaBrasil, o estudo considerou os fatores de ameaça, exposição e vulnerabilidade da malha existente e projetada, gerando Índices de Risco Climático (IRC) para os dois modais. Nesse contexto, os resultados permitiram identificar os trechos mais suscetíveis a diversos impactos, como deslizamentos, colmatação de lastro, deformações por calor extremo, alagamentos, incêndios e erosão, subsidiando de forma inédita o planejamento técnico e territorial da adaptação no setor. Diante disso, o AdaptaVias passou a ser

a principal referência técnica e institucional para embasar as estratégias nacionais de resiliência da infraestrutura terrestre, orientando medidas estruturais e não estruturais de curto, médio e longo prazos. Seus achados sustentam diretamente o Programa PRO-AdaptaVias, instituído pela Portaria MT nº 64/2025, como instrumento normativo de execução contínua das ações de adaptação à mudança do clima no setor.

• **Perdas socioeconômicas devido à interrupção e danos na infraestrutura do transporte rodoviário**

A mudança do clima (temperaturas extremamente altas, ondas de calor, chuvas intensas, vendavais e/ou tempestades) podem perturbar a normalidade do tráfego e levar ao colapso do sistema, provocando prejuízos ao meio socioeconômico sob influência das ferrovias e rodovias, bem como causar danos à própria infraestrutura e aos elementos dos meios biótico, físico e socioeconômico vinculados a essas infraestruturas, tais como:

- a) Flambagem dos trilhos (empenamento), gerando defeitos de geometria e comprometendo o uso da via;
- b) Alterações na catenária (rede de alimentação elétrica aérea), devido à variação na cota do terreno em torno das fundações dos postes de fixação;
- c) Superaquecimento de equipamentos elétricos em trens movidos a energia elétrica;
- d) Aumento das inundações de linhas ferroviárias e trechos rodoviários, túneis e sistemas de passagens subterrâneas;
- e) Transporte de material de aterro (erosão), colmatagem do lastro, sobrecarga nos dispositivos de drenagem da via permanente;
- f) Deslocamento de massa de solo e rocha mais frequentes (deslizamentos) e riscos associados à obstrução da via, falhas em taludes, devido à dessecação;
- g) Maior suscetibilidade a incêndios florestais e danos ao solo advindos desses eventos;
- h) Impactos diversos, como inundação de ferrovias e rodovias em áreas costeiras, incluindo galgamento (extrapolação da água do mar sobre as barreiras físicas);
- i) Danos ao equipamento de linha de alimentação de energia aérea (catenária);
- j) Queda de árvores e postes sobre a linha, bloqueio de vias, danos aos trens, veículos e ao cabeamento; e
- k) Danos à infraestrutura de controle e comunicações da via, levando à paralisação do tráfego.

A intensificação de eventos climáticos extremos também tem pressionado o mercado de seguros, com reflexos no aumento dos prêmios e franquias aplicáveis à infraestrutura de transporte e à frota circulante. Esse encarecimento representa um impacto indireto relevante, afetando a sustentabilidade financeira das concessões e aumentando o custo de operação para transportadoras e usuários, especialmente em rotas mais expostas a riscos climáticos.

Entre as tendências não climáticas que afetam esse e os outros riscos, estão o crescimento populacional em áreas costeiras e o aumento da impermeabilização do solo; a expansão urbana desordenada em áreas propensas a inundações e deslizamentos; e o aumento da urbanização e

industrialização, que geram maior demanda por transporte ferroviário sustentável. Outrossim, o desmatamento ilegal, queimadas controladas e a ocupação irregular do solo também contribuem com o agravamento dos riscos no setor de transportes ferroviário e rodoviário.

- **Deformação de infraestrutura rodoferroviária, devido ao aumento da temperatura**

As ondas de calor afetam as ferrovias e suas estruturas de apoio, podendo provocar a expansão da linha férrea de aço. Isso pode levar a um risco de flambagem do trilho (empenamento), resultando não apenas em restrições de velocidade, como também na possibilidade de interrupção generalizada. Ademais, o aumento prolongado de temperaturas também acelera a manipulação de pavimentos.

- **Acidentes, perda de vidas e interrupção temporária da operação rodoviária, devido a incêndios florestais**

Altas temperaturas e queimadas, por sua vez, são ameaças climáticas que deterioram diretamente as infraestruturas rodoviárias e comprometem as condições de operação. Nesse contexto, os incêndios e as queimadas, agravadas pela seca e pelas ondas de calor, impactam tanto a infraestrutura quanto o fluxo do transporte rodoviário, como a saúde e a segurança de motoristas e trabalhadores do setor que atuam próximo ao tráfego. Ademais, as regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste são as mais afetadas, destacando-se a importância de medidas adaptativas e preventivas para mitigar tais riscos e promover maior justiça climática no setor de transportes.

- **Danos na infraestrutura rodoferroviária e interrupção de trechos e operações**

O transporte ferroviário é vulnerável às ameaças climáticas, como precipitação intensa e altas temperaturas, e a seus impactos biofísicos atrelados, por exemplo, erosão e deslizamento, existindo consequências extremas para a sua infraestrutura (trilhos, pontes, túneis, sistemas de drenagem, terraplenagem, entre outros). Além disso, a erosão tem relação direta com a alta precipitação e episódios de inundação, sendo um dos impactos biofísicos que mais acarretam danos à infraestrutura ferroviária, podendo causar desguarnecimento de lastro, problemas na estabilidade das pontes ferroviárias, obstrução de sistemas de drenagem e colapso de estruturas.

Por sua vez, os deslizamentos são principalmente desencadeados por eventos de precipitação intensos em curto intervalo de tempo e/ou em dias consecutivos de chuva, podendo causar diversos danos, como instabilidade de encostas, obstrução do sistema de drenagem, flambagem de trilhos ou, até, o colapso da plataforma, afetando, principalmente, rodovias em áreas montanhosas e regiões com declividades acentuadas. Outrossim, as penetrações, intensificadas por chuvas contínuas e vegetação degradada, comprometem a segurança das rodovias e causam deslocamento em comunidades de encosta. Já a erosão, agravada por ventos fortes e chuvas extremas, causa danos estruturais em taludes e margens rodoviárias, expondo ainda mais agricultores e paisagem rural aos prejuízos econômicos, despesas na manipulação do solo e das logísticas indiretas.

Nesse contexto, eventos de inundação tornaram-se um impacto biofísico frequente nos últimos anos, em decorrência principalmente de episódios de precipitação intensa, frequentemente agravados por sistemas de condução subdimensionados e uso inadequado do solo. Ademais, constituem-se como um dos desastres mais graves e potencialmente devastadores, causando não apenas grandes perturbações físicas nos recursos hídricos, mas também perdas significativas de vidas e danos à infraestrutura. Essas ocorrências impactam severamente a operação rodoviária, especialmente em áreas urbanas e regiões de bacias sedimentares, gerando perdas materiais e limitando a mobilidade, principalmente a de comunidades vulneráveis.

Outrossim, o acúmulo de sedimentos pode obstruir bueiros e canais de drenagem, impedindo o escoamento adequado da água e agravando a ocorrência de alagamentos. Associado ao aumento do volume de chuvas, esse fenômeno eleva a probabilidade de interrupção das vias e o risco de acidentes rodoviários, exigindo atenção para o planejamento de soluções de engenharia e para a manutenção preventiva.

Adicionalmente, o assoreamento em ferrovias é fortemente ocasionado por sinais climáticos diversos, como aumentos de dias consecutivos de chuva e chuvas com altos volumes de água em curto tempo, que provocam impactos no sistema biofísico – por exemplo, o aumento da saturação de maciços e solos, o carregamento de sedimentos, e os impactos na infraestrutura ferroviária, como colmatagem do lastro, desguarnecimento do lastro e carregamento da estrutura. Frequentemente identificado em trechos que cruzam áreas úmidas ou cursos d’água, o assoreamento também compromete o sistema rodoviário.

Esses impactos são intensificados por sensibilidades, por exemplo, existência de estruturas obstruindo a passagem do fluxo pluvial e superfície favorável à aceleração de processos erosivos, bem como falta ou ineficiência de capacidades – falta de dissipadores de energia, sistemas de drenagem mal dimensionados, falta (ou mal funcionamento) de bermas, canaletas e/ou descidas d’água.

Para fortalecer a precisão e a efetividade das medidas de adaptação, recomenda-se a inclusão sistemática de projeções climáticas regionais futuras, com base em modelos atualizados e cenários de alta resolução. Essas projeções devem orientar a priorização territorial das ações, especialmente em *hotspots* climáticos já identificados.

Dada a interdependência dos sistemas viários federal, estadual e municipal, recomenda-se o fomento à elaboração de uma metodologia nacional de mapeamento de áreas de risco climático em rodovias que possa ser adotada por diferentes entes da federação. Diante disso, a padronização metodológica e a definição de uma periodicidade para atualização desses mapeamentos poderão contribuir para uma resposta coordenada aos riscos climáticos, fortalecendo a resiliência de corredores logísticos integrados.





3. Adaptação


3.1. Objetivos

Destaca-se, como documento norteador para as ações do MT e MPOR, o conjunto de diretrizes que visa consolidar uma estratégia de sustentabilidade integrada para o setor de infraestrutura de transportes, abrangendo aspectos econômicos, sociais, ambientais, climáticos, territoriais e de governança. Os princípios estabelecidos nas Diretrizes Interministeriais de Sustentabilidade do MT e MPOR constituem disposições fundamentais que se irradiam sobre todo o espectro de atuação setorial, definindo a lógica e a racionalização das ações a serem empreendidas, são eles:

- **Respeito às populações locais e aos usuários;**
- **Conciliação entre a infraestrutura de transportes e a conservação do meio ambiente;**
- **Mitigação dos impactos socioambientais negativos;**
- **Redução das emissões por meio do aumento da eficiência da matriz de transporte e da utilização de combustíveis sustentáveis⁴; e**
- **Adaptação dos sistemas de transportes à mudança do clima.**


Nesse contexto, os objetivos setoriais para os transportes, abrangendo aviação civil, infraestrutura portuária e aquaviária, infraestrutura ferroviária e rodoviária, devem priorizar a adaptação à mudança do clima e a redução de riscos socioeconômicos. Na aviação civil, os principais desafios incluem aumento das temperaturas, chuvas extremas e tempestades severas, que impactam aeroportos e serviços de navegação aérea. Para enfrentá-los, é necessário modernizar e adaptar a infraestrutura (inclusive com sistemas energéticos sustentáveis), reforçar sistemas de vigilância meteorológica e adotar novas práticas de manutenção preventiva e preditiva,

⁴ Considera-se combustível sustentável aquele cuja produção e utilização resultam em comprovada redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) ao longo do seu ciclo de vida, conforme definido no ordenamento jurídico brasileiro pela Lei nº 13.576/2017 (Política Nacional de Biocombustíveis – RenovaBio).



Os objetivos setoriais para os transportes, abrangendo aviação civil, infraestrutura portuária e aquaviária, infraestrutura ferroviária e rodoviária, devem priorizar a adaptação à mudança do clima e a redução de riscos socioeconômicos.

entre outras ações, assegurando a resiliência das operações. Na infraestrutura portuária e aquaviária, as principais ameaças incluem o aumento do nível do mar, tempestades mais frequentes e cheias dos rios muito além do esperado, que podem comprometer as cadeias produtivas e a logística global. Nas hidrovias, níveis excessivamente baixos dos rios inviabilizam a navegação, bem como cheias extremas podem danificar eclusas e terminais hidroviários. A fim de reduzir esses riscos, é crucial adaptar portos e estruturas a novas condições climáticas, fortalecer sistemas contra inundações e tempestades, e desenvolver tecnologias avançadas de monitoramento. Da mesma forma, no setor rodoviário, os riscos climáticos (alagamentos, erosões e altas temperaturas) demandam melhorias no planejamento de obras, com sistemas de drenagem eficientes, uso de materiais mais resistentes e estratégias de uso do solo que previnam impactos severos, complementadas por políticas de adaptação regulatória e envolvimento comunitário.



A abordagem do Plano reconhece a importância de incorporar de forma transversal a dimensão social e territorial da adaptação, priorizando populações em situação de vulnerabilidade, como comunidades periféricas, rurais ou afetadas por infraestrutura deficiente.

Além disso, a infraestrutura ferroviária enfrenta riscos relacionados a altas temperaturas, que deformam trilhos, e chuvas intensas, que causam erosões. Para aumentar a resiliência, é necessário empregar materiais mais robustos, ampliar a manutenção preventiva e modernizar sistemas de sinalização e monitoramento. Em todos os subsetores, a integração da justiça climática e de gênero é essencial, garantindo que populações vulneráveis tenham acesso igualitário aos serviços de transporte e oportunidades nas iniciativas de adaptação. Para tanto, políticas inclusivas e o fortalecimento das capacidades locais serão fundamentais para construir uma infraestrutura de transporte sustentável, justa e resiliente.

Em todos esses subsetores, uma abordagem de justiça climática e de gênero deve ser integrada, na medida em que regiões mais vulneráveis, como áreas remotas e sociais marginalizadas, sofrem desproporcionalmente com a interrupção dos serviços de transporte. É essencial que os objetivos setoriais contemplem a inclusão de leis que garantam o acesso igualitário aos serviços de transporte, bem como oportunidades de trabalho nas obras de adaptação e modernização da infraestrutura. Ademais, a implementação de políticas que promovam a igualdade de gênero e o fortalecimento das capacidades locais ajudará a construir uma infraestrutura de transportes mais justa, resiliente e sustentável para o futuro.

Como parte da integração entre os instrumentos sob responsabilidade do Ministério dos Transportes, recomenda-se a incorporação pela SENATRAN de critérios de risco climático nas políticas nacionais de segurança viária, com ênfase na prevenção de acidentes em contextos de eventos extremos, por exemplo, alagamentos, queimadas e deslizamentos. Essa integração contribui para fortalecer a resiliência do sistema de transportes, alinhando a política de trânsito à estratégia de adaptação climática do setor.

Complementarmente, a abordagem do Plano reconhece a importância de incorporar de forma transversal a dimensão social e territorial da adaptação, priorizando populações em situação de

vulnerabilidade, como comunidades periféricas, rurais ou afetadas por infraestrutura deficiente. A adoção dos princípios da justiça climática deve assegurar equidade no acesso à infraestrutura resiliente e à proteção contra riscos ambientais. Nesse contexto, a educação climática é considerada um eixo estruturante para ampliar a capacidade institucional, formar quadros técnicos especializados e engajar a sociedade na agenda de adaptação no setor de transportes.

AVIAÇÃO CIVIL

A adaptação climática na aviação civil visa ajustar operações e infraestruturas para aumentar a resiliência frente aos impactos da mudança do clima, conforme os Princípios e Objetivos da Estratégia Nacional. O objetivo nacional da Aviação Civil foi definido como “Promover a resiliência climática das infraestruturas e operações da Aviação Civil, por meio da modernização tecnológica, fortalecimento da capacidade de fiscalização ambiental e prevenção de incêndios florestais, e implantação de sistemas avançados de vigilância e previsão meteorológica, com foco na segurança, bem-estar humano e justiça climática”. Ele sintetiza quatro objetivos nacionais, a saber: (i) aumentar a resiliência das infraestruturas da Aviação Civil e dos territórios do entorno delas aos Riscos Climáticos; (ii) ampliar as capacidades de fiscalização ambiental, prevenção e combate a incêndios em vegetação no entorno e nas áreas internas das infraestruturas da Aviação Civil, visando ao bem-estar de passageiros, clientes e trabalhadores e à normalidade operacional; (iii) reativar ou manter serviços aéreos em localidades prejudicadas por eventos climáticos severos, de acordo com o princípio da justiça climática; e (iv) implantar sistemas avançados de vigilância e previsão meteorológica para rotas aéreas, inclusive com o fortalecimento da rede de coleta e a disseminação de dados meteorológicos, visando à segurança das operações aéreas e ao bem-estar de passageiros, clientes e trabalhadores.

Esse conjunto de objetivos reflete uma abordagem integrada para enfrentar as ameaças climáticas mais críticas ao setor de aviação – ondas de calor, tempestades severas e secas prolongadas –, por meio de investimentos em resiliência e inovação tecnológica, com atenção ao princípio da justiça climática. Diante disso, é essencial destacar que a implementação dessas ações é fundamental para preservar a segurança operacional, reduzir impactos socioeconômicos e assegurar a continuidade dos serviços aéreos em face das condições climáticas adversas.

INFRAESTRUTURA PORTUÁRIA E AQUAVIÁRIA

A adaptação das infraestruturas hidroviárias à mudança do clima está estruturada em três frentes: (i) garantir a manutenção das infraestruturas com contratos suficientes para garantir a navegabilidade, por meio do Plano Hidroviário de Dragagem; (ii) elaborar planos para restabelecer, no mínimo prazo possível, de forma emergencial, a operação de hidrovias, IP4s e eclusas cujo funcionamento tenha sido interrompido por eventos climáticos extremos; e (iii) implementar sistemas de monitoramento hidrológico para modelagem de eventos climáticos e contar com a parceria de instituições nacionais e estrangeiras para promover estudos que aumentem a resiliência de hidrovias.

Além das intervenções físicas, a integração entre portos e cidades é central para fortalecer a resiliência das comunidades e das cadeias logísticas. Para tanto, o planejamento adaptativo, por meio de planos diretores portuários e parcerias público-privadas, tem promovido investimentos em tecnologias sustentáveis e infraestrutura resiliente. Esses esforços buscam não apenas proteger operações críticas, mas também promover o desenvolvimento sustentável e equitativo, especialmente em regiões vulneráveis, como a Amazônia e o Pantanal, que dependem fortemente do transporte aquaviário para sua integração socioeconômica.

INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA

Os objetivos setoriais relativos à infraestrutura ferroviária, estão relacionados aos seguintes objetivos da Estratégia Nacional: ON1. Aumentar a resiliência das populações, cidades, territórios e infraestruturas frente à emergência climática; ON4. Proteger e conservar ecossistemas e a biodiversidade e assegurar o provimento dos serviços ecossistêmicos; ON5. Resguardar o bem-estar das populações, com respeito aos modos de vida dos povos e comunidades tradicionais; e ON8. Proteger o patrimônio cultural e preservar práticas culturais e locais de patrimônio frente aos riscos relacionados à mudança do clima.

Nesse contexto, a escolha dos objetivos setoriais para a adaptação da infraestrutura ferroviária à mudança do clima baseia-se na necessidade de enfrentar riscos emergentes que comprometem a operação, a segurança e a sustentabilidade da malha ferroviária. Eventos como inundações, deslocamentos de massa e falhas em taludes demandam intervenções robustas, como reforço estrutural e adaptação de Obras de Arte Especiais (OAE), para garantir a integridade física das

infraestruturas, a segurança das populações e a continuidade dos serviços. Além disso, aprimorar o arcabouço legal é essencial, pois as atuais normativas são insuficientes para abordar os desafios climáticos. Diante disso, normas específicas devem integrar estratégias de mitigação e adaptação, protegendo ecossistemas e biodiversidade, ao mesmo tempo que promovem a justiça climática ao contemplar populações vulneráveis desproporcionalmente afetadas.

Ademais, a ampliação das capacidades de prevenção, gestão de riscos e resposta a desastres é igualmente prioritária, visando preparar o setor ferroviário para eventos extremos, como superaquecimento de equipamentos e flambagem de trilhos. Adicionalmente, capacitar gestores e operadores para implementar ações eficazes minimiza impactos sociais e econômicos, protegendo patrimônio cultural e práticas locais que interagem com o sistema ferroviário. Por fim, adaptar infraestruturas ferroviárias e suas áreas de domínio aos riscos climáticos assegura a viabilidade a


longo prazo do subsetor, promovendo uma infraestrutura integrada e planejada que beneficie todas as populações, especialmente as mais vulneráveis, em consonância com princípios de equidade e sustentabilidade.

INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA

Os objetivos nacionais para a adaptação das infraestruturas rodoviárias à mudança do clima estão alinhados aos objetivos nacionais da Estratégia Nacional de Adaptação, que visam aumentar a resiliência de populações e territórios e proteger os serviços ecossistêmicos. Assim, o primeiro objetivo setorial busca garantir infraestrutura de transporte resiliente e capaz de manter os serviços em condições climáticas adversas, com iniciativas como o Programa de Resiliência Climática e regulamentações para destinação de recursos. Outrossim, o segundo objetivo foca na definição de medidas de adaptação que considerem vulnerabilidades socioeconômicas e de gênero, priorizando a continuidade dos serviços e mitigando riscos diversos, por exemplo, incêndios, deslizamentos e alagamentos, por meio de consultorias, oficinas e normativas.

A escolha dos objetivos setoriais para a adaptação da infraestrutura ferroviária à mudança do clima baseia-se na necessidade de enfrentar riscos emergentes que comprometem a operação, a segurança e a sustentabilidade da malha ferroviária.

Além disso, os objetivos incluem a incorporação de medidas de sustentabilidade e resiliência em obras rodoviárias e em áreas de maior risco climático. Para tanto, o terceiro objetivo estabelece o uso de materiais mais duráveis, sistemas de drenagem e reforço de pontes, enquanto o quarto objetiva intervenções específicas em áreas vulneráveis para mitigar desastres naturais: ambos envolvem obras resilientes, estudos de identificação de riscos e monitoramento contínuo, com impactos diretos em setores como agricultura, energia, saúde e turismo. Essas ações visam não apenas reduzir perdas socioeconômicas, mas também promover a sustentabilidade e a segurança da infraestrutura rodoviária frente aos desafios climáticos.



Além disso, os objetivos incluem a incorporação de medidas de sustentabilidade e resiliência em obras rodoviárias e em áreas de maior risco climático.

3.2 Metas e ações

AVIAÇÃO CIVIL

As metas para o setor de Aviação Civil visam melhorar as infraestruturas e enfrentar os impactos da mudança do clima, considerando riscos, como tempestades severas, enchentes e ondas de calor. Esses esforços estão alinhados à Agenda 2030 e incorporam o princípio da justiça climática, buscando garantir o acesso contínuo das populações aos serviços aéreos, mesmo em localidades impactadas por eventos climáticos extremos. Assim, as metas incluem a modernização de 95% das infraestruturas em risco “muito alto”, até 2027, e “alto” ou “médio”, até 2028; a ampliação das capacidades de fiscalização ambiental e combate a incêndios florestais em áreas vulneráveis; e a manutenção de serviços aéreos em 100% das localidades afetadas por desastres climáticos durante todo o período do Plano. Além disso, prevê-se a criação de sistemas avançados de vigilância meteorológica até 2032, ampliando a segurança operacional.

Essas metas foram definidas com base na análise dos riscos climáticos que afetam infraestruturas e serviços de aviação, priorizando áreas mais vulneráveis para otimizar investimentos. Estão alinhadas a objetivos nacionais e internacionais, como os ODS 3, 9, 11 e 13, e ao Plano Plurianual da União (PPA), promovendo resiliência e sustentabilidade no setor. Ao abordar desde melhorias estruturais até capacidades operacionais, essas ações fortalecem a aviação civil como um setor estratégico, essencial para o desenvolvimento econômico, a redução de desigualdades e a adaptação à mudança do clima.

Muitas das ações de adaptação à mudança do clima deverão ser realizadas pelas entidades operacionais do sistema de aviação civil, após avaliação e tratamento de riscos (ATR) (ABNT, 2018, pp. 9-15; Brasil/MCTI, 2022), e, se necessário, estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental (EVTEA), e análise socioeconômica de custo-benefício (ACB), a cargo das entidades, mas feitos em diálogo com o Governo Federal, para validação. Cada infraestrutura aeroportuária ou de serviço de navegação aérea tem uma condição específica de exposição e vulnerabilidade às ameaças climáticas e a avaliação das necessidades tem de ser feita caso a caso.

Destaque-se que muitos aeroportos estão concedidos a empresas privadas (59, computando apenas as concessões federais), com obrigações contratuais limitadas. Nesse contexto, é possível que algumas ações contidas nesse Plano ensejem pedidos de reequilíbrio econômico-financeiro do contrato, os quais serão devidamente analisados e deliberados pelo órgão competente. Além dis-

so, parte das metas dependerá de ações de governos subnacionais, que deverão trabalhar em paralelo e em coordenação com o Governo Federal. Eventuais obrigações a serem inseridas em contratos de concessão decorrentes de ações desse Plano serão objeto de discussão ampla com os regulados e avaliadas quanto a seus impactos no equilíbrio econômico-financeiro do contrato de concessão. Ressalte-se que uma das ações do Plano é a promoção de estudos para a inclusão de cláusula específica sobre riscos climáticos e ações de adaptação à mudança do clima nos contratos de concessão e editais de concessão de aeroportos.

INFRAESTRUTURA PORTUÁRIA E AQUAVIÁRIA

Metas e ações específicas para o setor incluem a promoção de infraestrutura e operações resilientes à mudança do clima, com foco em pesquisa, inovação tecnológica e desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, o Plano Plurianual (PPA) 2024-2027 estabelece objetivos estratégicos e específicos para melhorar a infraestrutura hidroviária e portuária, como ampliar as instalações portuárias públicas de pequeno porte (IP4) e adequar a capacidade portuária à demanda futura. Ademais, a destinação de recursos do Fundo da Marinha Mercante para embarcações sustentáveis também é uma prioridade, visando mitigar os impactos climáticos e adaptar o setor às novas realidades. Essas ações fortalecem a competitividade e a sustentabilidade do transporte aquaviário, promovendo um sistema mais inclusivo, seguro e resiliente.

Assim, as ações em infraestruturas hidroviárias abordam questões centrais de justiça climática, especialmente na Amazônia, onde os rios são a principal via de transporte para comunidades ribeirinhas. Diante disso, a infraestrutura de transporte, especialmente os serviços regionais e emergenciais, também desempenha papel essencial no acesso da população a serviços especializados de saúde, sobretudo em regiões de difícil acesso. Adicionalmente, a eficiência logística no deslocamento de pacientes para tratamento médico contribui diretamente para a equidade territorial e a redução de desigualdades regionais, reforçando o papel dos sistemas de transporte como instrumento de justiça social e climática. Nesse cenário, fortalecer a proteção de mulheres e meninas que dependem cotidianamente da navegação requer iniciativas específicas de prevenção e conscientização contra o escarpelamento e a exploração sexual em embarcações. Portanto, a manutenção e a resiliência desses serviços devem ser consideradas nas estratégias de adaptação, com foco na continuidade operacional mesmo diante de eventos extremos.

INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA

O esforço para reduzir os riscos climáticos no setor ferroviário e ampliar sua participação na matriz de transportes resultou em quatro metas alinhadas aos ODS 3, 9, 13, 15 e 17. Assim, a primeira meta foca na ampliação de medidas estruturais para aumentar a resiliência da infraestrutura ferroviária, estimulando o uso de tecnologias de adaptação climática, com apoio do Recurso para Desenvolvimento Tecnológico (RDT), para modernizar operações e reduzir emissões de GEE. É importante destacar que o PPA 2024-2027 reforça essa iniciativa com o objetivo de aumentar a eficiência sustentável da malha ferroviária. Ademais, a segunda meta busca atualizar o arcabouço legal para atender aos desafios climáticos, promovendo uma infraestrutura resiliente com atenção à justiça climática e à equidade de gênero.

Além disso, as metas seguintes destacam a importância de parcerias para sistemas de monitoramento e alertas climáticos, garantindo respostas rápidas e proteção às populações vulneráveis. A quarta meta prevê estudos preditivos para orientar ações que aumentem a resiliência da faixa de domínio ferroviário e seu entorno, beneficiando usuários e comunidades. Dessa forma, os caminhos escolhidos para essas metas incluem a integração da adaptação climática no planejamento e operação ferroviária, o uso estratégico do RDT para fomentar inovação e sustentabilidade, além da promoção de parcerias que conectem instituições de pesquisa e concessionárias, ampliando conhecimento e desenvolvimento tecnológico no setor.

INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA

O transporte rodoviário apresenta seis metas com ações integradas para garantir a resiliência climática e a sustentabilidade das infraestruturas. As metas 23 (M23) e 24 (M24) referem-se especificamente aos contratos de concessão e visam garantir a aderência de 90% entre o planejado e o executado no Programa de Sustentabilidade para Rodovias e Ferrovias Federais e de pelo menos 60% do Programa de Resiliência Climática e Responsabilidade Socioambiental, por meio de regulamentação, termos aditivos em contratos e fiscalização robusta. Ademais, a meta 25 (M25) propõe desenvolver, até 2028, pelo menos dois projetos de pesquisa acerca de tecnologias de adaptação à mudança do clima para aumentar a resiliência da infraestrutura e/ou modernizar a operação rodoviária, por meio dos Recursos de Desenvolvimento Tecnológico. A meta 26 (M26), por sua vez, prevê a publicação, até 2026, de diretrizes contendo um rol de medidas de adaptação à mudança do clima, estabelecendo parâmetros para ações futuras. Já a meta 27 (M27) busca incorporar medidas de sustentabilidade e adaptação em 80% dos contratos de novas obras rodoviárias até 2027, enquanto a meta 28 (M28) prioriza implementar medidas de sustentabilidade e adaptação em 50% das áreas de risco identificadas no mesmo prazo.

Essas metas são apoiadas por ações de regulamentação, desenvolvimento de incentivos regulatórios e monitoramento contínuo, garantindo a efetividade e a continuidade das iniciativas. Assim, o cumprimento dos objetivos inclui a capacitação técnica dos envolvidos e o acompanhamento sistemático das medidas implementadas, assegurando que o setor rodoviário esteja preparado para enfrentar os desafios climáticos com infraestrutura resiliente e sustentável, em alinhamento com os compromissos de adaptação nacional.

Diante disso, as medidas de adaptação climática para o setor rodoviário devem abordar tanto os desafios físicos, como inundações e deslizamentos, quanto as desigualdades estruturais que afetam desproporcionalmente grupos vulneráveis e vulnerabilizados, especialmente crianças, mulheres e pessoas com deficiência. É essencial priorizar rodovias que conectam áreas rurais e periféricas, garantindo acesso a serviços essenciais e mitigando o isolamento de comunidades marginalizadas. Ademais, estratégias de resposta rápida devem considerar as necessidades específicas de mulheres e crianças, incluindo sua participação no planejamento de emergências, e o direcionamento de subsídios e apoio financeiro a populações de baixa renda. A coleta de dados desagregados por gênero é crucial para monitorar impactos, orientar políticas e promover uma adaptação climática que combine resiliência e justiça social no setor rodoviário.

3.2.1 Aviação civil

Quadro 4 – Objetivos setoriais, metas e ações do Plano Setorial – Aviação Civil

Objetivos Nacionais da ENA⁵: ON1, ON5 e ON7



Objetivos setorial

O1. Promover a resiliência climática das infraestruturas e operações da Aviação Civil, por meio da modernização tecnológica, fortalecimento da capacidade de fiscalização ambiental e prevenção de incêndios florestais, e implantação de sistemas avançados de vigilância e previsão meteorológica, com foco na segurança, bem-estar humano e justiça climática.

Metas ⁶	Ações	Plano Plurianual / Fonte do recurso
M1. Melhorar 95% dos prédios e sistemas (das infraestruturas da Aviação Civil) que podem ser afetados pelos riscos climáticos e estão em estado de risco (de dano ou falha) muito alto, até 2027. M2. Melhorar 95% dos prédios e sistemas (das infraestruturas da Aviação Civil) que podem ser afetados pelos riscos climáticos e estão em estado de risco alto ou médio, até 2028.	A1.M1-M2. Em aeroportos e aeródromos: execução de serviços e obras preventivos contra a possibilidade de deformação do pavimento da pista de pouso e decolagem. A2.M1-M2. Promoção de parcerias no Governo Federal e com governos subnacionais para execução de serviços e obras preventivos contra alagamentos de aeródromos e aeroportos, inclusive ações de Adaptação Baseada em Ecossistemas (AbE), com foco no ODS 17. A3.M1-M2. Em aeroportos, aeródromos e PSNA: execução de serviços e obras preventivos contra alagamentos, inclusive ações de Adaptação Baseada em Ecossistemas (AbE). A4.M1.M2. Promoção de parcerias no Governo Federal e com governos subnacionais para execução de obras preventivas contra a elevação do nível do mar, inclusive ações de Adaptação Baseada em Ecossistemas (AbE), com foco no ODS 17. A5.M1-M2. Em aeroportos e aeródromos: execução de obras preventivas contra a elevação do nível do mar, inclusive ações de Adaptação Baseada em Ecossistemas (AbE).	1. Renegociação de contratos de concessão de aeroportos. 2. Inclusão neste ou no próximo ciclo do PPA. 3. Financiamento de instituições nacionais e estrangeiras. Programa 3104 – Aviação Civil. Objetivo Específico 0164 – Promover e aprimorar a segurança da aviação civil brasileira.

⁵ Para conferir os Objetivos Nacionais da Estratégia Nacional de Adaptação (ENA) na íntegra, consultar o Apêndice A.

⁶ Muitos aeroportos estão concedidos a empresas privadas, com obrigações limitadas, sendo possível que ações desse Plano demandem renegociação do contrato de concessão ou recursos financeiros públicos. Além disso, parte das metas dependerá de ações de governos subnacionais.

Metas	Ações	Plano Plurianual / Fonte do recurso
<p>M3. Melhorar 95% dos sistemas de conforto térmico (das infraestruturas da Aviação Civil) em estado de risco (de falha) muito alto, até 2027.</p> <p>M4. Melhorar 95% dos sistemas de conforto térmico (das infraestruturas da Aviação Civil) em estado de risco alto ou médio, até 2028.</p>	<p>A1.M3-M4. Em aeroportos, aeródromos e PSNA: ampliação da capacidade de sistemas de ar-condicionado e ventilação.</p> <p>A2.M3.M4. Em aeroportos, aeródromos e PSNA: ampliação dos serviços de manutenção de sistemas de ar-condicionado e ventilação.</p>	<p>1. Renegociação de contratos de concessão de aeroportos.</p> <p>2. Inclusão neste ou no próximo ciclo do PPA.</p> <p>3. Financiamento de instituições nacionais e estrangeiras.</p> <p>Programa 3104 – Aviação Civil.</p> <p>Objetivo Específico 0164 – Promover e aprimorar a segurança da aviação civil brasileira.</p>
<p>M5. Ampliar as capacidades referentes a incêndios em vegetação em 95% das localidades em estado de risco (de sinistro) muito alto, até 2027.</p> <p>M6. Ampliar as capacidades referentes a incêndios em vegetação em 95% das localidades em estado de risco alto ou médio, até 2028.</p>	<p>A1.M5-M6. Promoção de parcerias no Governo Federal e com governos estaduais e do DF para ampliação de pessoal e equipamentos de prevenção e combate a incêndios em vegetação no entorno dos aeródromos, inclusive ações de fiscalização ambiental e de Adaptação Baseada em Ecossistemas (AbE), com foco no ODS 17.</p> <p>A2.M5-M6. Em aeroportos: ampliação de pessoal e equipamentos do serviço de prevenção e combate a incêndios.</p> <p>A3.M5-M6. Em aeroportos, aeródromos e PSNA: execução de serviços e obras preventivos contra incêndios em vegetação, inclusive ações de Adaptação Baseada em Ecossistemas (AbE).</p>	<p>1. Parcerias entre os governos federal e subnacionais.</p> <p>2. Renegociação de contratos de concessão de aeroportos.</p> <p>3. Inclusão neste ou no próximo ciclo do PPA.</p> <p>4. Financiamento de instituições nacionais e estrangeiras.</p> <p>Programa 3104 – Aviação Civil.</p> <p>Objetivo Específico 0164 – Promover e aprimorar a segurança da aviação civil brasileira.</p>

Metas	Ações	Plano Plurianual / Fonte do recurso
M7. Atender, com serviços aéreos, 100% das localidades prejudicadas, até a estabilização de uso do território, durante todo o prazo do Plano.	<p>A1.M7. Promoção e coordenação das ações para reativar ou manter serviços aéreos para localidades prejudicadas por eventos climáticos severos, com participação social na gestão da crise, inclusive de representantes de grupos raciais, étnicos, etários e socioeconômicos, de mulheres, de comunidades de baixa renda e de outros grupos vulnerabilizados locais, e da geração de dados sobre os grupos sociais beneficiados.</p> <p>A2.M7. Promoção de parcerias no Governo Federal e com governos subnacionais para estudo de viabilidade da criação de subsídios públicos e do uso do FNAC para compensação dos impactos climáticos, para transporte aéreo de passageiros e cargas de interesse social, com foco no ODS 17.</p>	<p>1. Parcerias entre os governos federal e subnacionais.</p> <p>2. Inclusão neste ou no próximo ciclo do PPA.</p> <p>3. Financiamento de instituições nacionais e estrangeiras.</p> <p>Programa 3104 – Aviação Civil.</p> <p>Objetivo Específico 0164 – Promover e aprimorar a segurança da aviação civil brasileira.</p>
M8. Criar sistemas avançados de vigilância e previsão meteorológica para rotas aéreas, inclusive com programa de coleta de dados meteorológicos por aeronaves, até 2033.	A1.M8. Promoção de parceria no Governo Federal para desenvolvimento de sistemas avançados de vigilância e previsão meteorológica para rotas aéreas, em aeronaves e em terra, incluindo programa de coleta de dados meteorológicos por aeronaves e fortalecimento das demais redes de coleta e disseminação de dados, sistemas que sejam capazes de alertar sobre o risco de turbulências de céu claro, correntes de jato e rajadas de vento, todas mais fortes que o normal, com foco no ODS 17.	<p>1. Parceria entre MPOR, MD, MCTI, COMAER, INMET e outras entidades.</p> <p>2. Inclusão no próximo ciclo do PPA.</p> <p>3. Financiamento de instituições nacionais e estrangeiras.</p> <p>Programa 3104 – Aviação Civil.</p> <p>Objetivo Específico 0164 – Promover e aprimorar a segurança da aviação civil brasileira.</p>

Metas	Ações	Plano Plurianual / Fonte do recurso
Todas as Metas (M1 – M8).	<p>A1.M1-M8. Promoção de parcerias no Governo Federal e com governos subnacionais para estudo de viabilidade da criação de subsídios públicos e do uso do FNAC para projetos de adaptação às ameaças climáticas de infraestruturas aeroportuárias de interesse social, com foco no ODS 17.</p> <p>A2.M1-M8. Em aeroportos, aeródromos e PSNA: elaboração de plano de contingência para cada ameaça climática.</p> <p>A3.M1-M8. Em aeroportos, aeródromos e PSNA: avaliação de outras ações de adaptação sugeridas pela Icao (2022b) e outras entidades internacionais de excelência.</p> <p>A4.M1-M8. Promoção de parcerias no Governo Federal e com governos subnacionais para desenvolvimento dos sistemas existentes de previsão meteorológica para os municípios onde estão os aeroportos e PSNA, inclusive sistemas do COMAER, com foco no ODS 17.</p> <p>A5.M1-M8. Promoção da participação social no planejamento e gestão das ações do Plano, quando houver possibilidade de impacto em áreas externas ao sítio de aeroportos, aeródromos e PSNA, inclusive de representantes de grupos raciais, étnicos, etários e socioeconômicos, de mulheres, de comunidades de baixa renda e de outros grupos vulnerabilizados locais, e da geração de dados sobre os grupos sociais beneficiados por cada ação planejada ou realizada.</p> <p>A6.M1-M8. Promoção de parcerias e financiamentos públicos para pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) e certificações referentes à adaptação da infraestrutura aeroportuária e aeronáutica à mudança do clima.</p> <p>A7.M1-M8. Estudos para a promoção da inclusão de cláusula específica sobre ações de adaptação à mudança do clima nos contratos e editais de concessão de aeroportos.</p>	<p>1. Renegociação de contratos de concessão de aeroportos.</p> <p>2. Inclusão neste ou no próximo ciclo do PPA.</p> <p>3. Financiamento de instituições nacionais e estrangeiras.</p> <p>Programa 3104 – Aviação Civil.</p>

Fonte: Elaboração própria.

3.2.2 Infraestrutura portuária e aquaviária

Quadro 5 – Objetivos setoriais, metas e ações do Plano Setorial – Infraestrutura Portuária e Aquaviária

Objetivos Nacionais da ENA⁷: ON1, ON3, ON4 e ON5



Objetivos setorial

O2. Promover a resiliência climática do setor portuário e aquaviário por meio do aprimoramento da gestão de riscos, da ampliação das capacidades de prevenção e resposta a desastres e da adaptação à mudança do clima, incluindo a implementação de sistemas de previsão de eventos extremos, inovação tecnológica, emissão de alertas, e uma maior eficiência logística a partir da integração com os demais modais de transporte (aeroviário, ferroviário, hidroviário e de navegação de cabotagem).

Metas	Ações	Plano Plurianual / Fonte do recurso
M9. Elaborar e publicar, até 2026, diretrizes contendo procedimentos específicos para restabelecimento de infraestruturas hidroviárias diante da ocorrência de evento climático extremo.	A1.M9. Reestabelecer infraestruturas hidroviárias prejudicadas por eventos climáticos severos, em tempo razoável, após a estabilização de uso do território, durante todo o prazo do Plano.	Programa 3105 – Portos e Transporte Aquaviário. Objetivo Específico 0107 – Promover o adequado embarque e desembarque de cargas e passageiros, garantindo a disponibilidade, a acessibilidade e a perenidade das instalações portuárias (IP4); Objetivo Específico 0108 – Ofertar vias em condições adequadas para a navegação.
M10. Garantir, até 2027, a implementação de dois conjuntos de procedimentos para a promoção da resiliência de infraestruturas e operações aquaviárias diante da mudança do clima.	A1.M10. Implementar o Plano Hidroviário de Dragagem (PHD). A2.M10. Contratar diagnóstico, recuperação, manutenção e operação permanente de IP4.	Programa 3105 – Portos e Transporte Aquaviário. Objetivo Específico 0108 – Ofertar vias em condições adequadas para a navegação. Programa 3105 – Portos e Transporte Aquaviário. Objetivo Específico 0107 – Promover o adequado embarque e desembarque de cargas e passageiros, garantindo a disponibilidade, a acessibilidade e a perenidade das instalações portuárias (IP4).

⁷ Para conferir os Objetivos Nacionais da Estratégia Nacional de Adaptação (ENA) na íntegra, consultar o Apêndice A.

Metas	Ações	Plano Plurianual / Fonte do recurso
M11. Realizar duas ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica no transporte aquaviário, até 2027, com o objetivo de promover a resiliência e adaptar as operações aos desafios impostos pela mudança do clima.	<p>A1.M11. Implementar sistemas de monitoramento da quantidade e qualidade da água para modelagem de eventos.</p> <p>A2.M11. Realizar estudos para aumentar a resiliência climática de infraestruturas hidroviárias.</p>	Programa 3105 – Portos e Transporte Aquaviário. Objetivo Específico 0107 – Promover o adequado embarque e desembarque de cargas e passageiros, garantindo a disponibilidade, a acessibilidade e a perenidade das instalações portuárias (IP4); Objetivo Específico 0108 – Ofertar vias em condições adequadas para a navegação.
M12. Ampliar a cobertura de sistemas de alertas em 90% de ventos extremos, secas e tempestades nas bacias hidrográficas da hidrovia ou rota de navegação, até 2027, fortalecendo a segurança e a resiliência do transporte aquaviário.	<p>A1.M12. Implantar central de monitoramento e emissão de alertas.</p> <p>A2.M12. Instalar equipamentos de monitoramento de eventos climáticos nas vias navegáveis.</p>	Programa 3105 – Portos e Transporte Aquaviário. Objetivo Específico 0113 – Tornar o sistema portuário mais competitivo, seguro, sustentável, inclusivo e com acessibilidade.
M13. Estabelecer, até 2027, um fundo de reserva destinado a respostas a eventos extremos nas hidrovias, com prioridade em regiões e comunidades mais vulneráveis.	<p>A1.M13. Estudar a possibilidade de implantar do fundo nas concessões hidroviárias.</p> <p>A2.M13. Desenvolver uma análise de viabilidade de implementação do fundo nas concessões hidroviárias.</p>	Programa 3105 – Portos e Transporte Aquaviário. Objetivo Específico 0113 – Tornar o sistema portuário mais competitivo, seguro, sustentável, inclusivo e com acessibilidade; Objetivo Específico 0108 – Ofertar vias em condições para a navegação.

Metas	Ações	Plano Plurianual / Fonte do recurso
<p>M14. Criar, até 2027, uma linha de financiamento incentivada para a produção industrial de embarcações sustentáveis e adaptadas aos efeitos da mudança do clima, promovendo a resiliência do setor.</p> <p>M15. Fomentar, até 2027, a construção de embarcações adaptadas para operar em condições de restrição de calado, contribuindo para a resiliência e a eficiência do transporte aquaviário frente à mudança do clima.</p>	<p>A1.M14. Estruturar linha de financiamento com taxas reduzidas para a construção de embarcações adaptadas ao período de escassez hídrica.</p> <p>A1.M15. Priorizar o financiamento de embarcações de baixo calado com recursos do FMM.</p>	<p>Programa 3105 – Portos e Transporte Aquaviário. Objetivo Específico 0113 – Tornar o sistema portuário mais competitivo, seguro, sustentável, inclusivo e com acessibilidade; Objetivo Específico 0114 – Financiar a construção ou a manutenção de embarcações, estaleiros e infraestruturas portuárias com recursos do Fundo da Marinha Mercante (FMM); Objetivo Específico 0107 – Promover o adequado embarque e desembarque de cargas e passageiros, garantindo a disponibilidade, a acessibilidade e a perenidade das instalações portuárias (IP4).</p>
<p>M16. Desenvolver e implementar, até 2027, uma política atrativa para o financiamento de projetos de infraestrutura sustentável e resiliente, com foco na resposta a eventos climáticos adversos.</p>	<p>A1.M16. Elaborar política pública, com demais <i>stakeholders</i>, para financiamento com recursos do FMM para projetos de infraestrutura sustentáveis ou que estejam relacionados à resposta a eventos climáticos adversos.</p>	<p>Programa 3105 – Portos e Transporte Aquaviário. Objetivo Específico 0114 – Financiar a construção ou manutenção de embarcações, estaleiros e infraestruturas portuárias com recursos do Fundo da Marinha Mercante (FMM).</p>
<p>M17. Ampliar a iniciativa de fortalecimento da relação porto-cidade para três complexos portuários públicos, até 2028.</p>	<p>A1.M17. Replicar iniciativa de fortalecimento da relação porto-cidade de Santos em outros portos/cidades portuárias.</p>	<p>Programa 3105 – Portos e Transporte Aquaviário. Objetivo Específico 0113 – Tornar o sistema portuário mais competitivo, seguro, sustentável, inclusivo e com acessibilidade.</p>

Metas	Ações	Plano Plurianual / Fonte do recurso
M18. Ter 40% dos portos com levantamento de vulnerabilidades e riscos à mudança do clima, até 2028.	A1.M18. Fomentar o levantamento de risco climático e potenciais medidas de adaptação para infraestruturas portuárias.	Programa 3105 – Portos e Transporte Aquaviário. Objetivo Específico 0113 – Tornar o sistema portuário mais competitivo, seguro, sustentável, inclusivo e com acessibilidade; Entrega 0580 – Elaboração de estudos de adaptação e de mitigação às mudanças do clima pelos portos organizados.
M19. Implementar medidas de caráter estrutural ou infraestrutural em, no mínimo, 30% dos portos nos quais foram identificadas essas demandas, até 2032.	A1.M19. Implementação de medidas de caráter estrutural ou infraestrutural para redução do risco climático e adaptação dos portos.	Programa 3105 – Portos e Transporte Aquaviário. Objetivo Específico 0113 – Tornar o sistema portuário mais competitivo, seguro, sustentável, inclusivo e com acessibilidade.
M20. Ter 40% dos portos com planos de manutenção das superestruturas portuárias, equipamentos e demais ativos portuários à mudança do clima, até 2032.	A1.M20. Elaboração e implementação de planos de manutenção das superestruturas portuárias, equipamentos e demais ativos portuários, com foco nas adaptações à mudança do clima.	Programa 3105 – Portos e Transporte Aquaviário. Objetivo Específico 0113 – Tornar o sistema portuário mais competitivo, seguro, sustentável, inclusivo e com acessibilidade.
M21. Garantir, até 2027, a implementação de, no mínimo, duas iniciativas colaborativas para compartilhamento de ferramentas e dados relacionados ao monitoramento e ao acompanhamento dos impactos da mudança do clima.	A1.M21. Realização de parcerias para compartilhamento de ferramentas e de dados de monitoramento e acompanhamento da mudança do clima.	Programa 3105 – Portos e Transporte Aquaviário. Objetivo Específico 0113 – Tornar o sistema portuário mais competitivo, seguro, sustentável, inclusivo e com acessibilidade.
M22. Ter 50% dos portos com planos de ação de medidas não estruturais focadas em mudança do clima, até 2031.	A1.M22. Elaborar e implementar planos de ação com medidas não estruturais focadas em adaptação à mudança do clima no setor portuário.	Programa 3105 – Portos e Transporte Aquaviário. Objetivo Específico 0113 – Tornar o sistema portuário mais competitivo, seguro, sustentável, inclusivo e com acessibilidade.

Fonte: Elaboração própria.

3.2.3 Infraestrutura rodoviária

Quadro 6 – Objetivos setoriais, metas e ações do Plano Setorial – Infraestrutura Rodoviária

Objetivos Nacionais da ENA⁸: ON1 e ON4



Objetivos subsetorial

O3. Garantir a sustentabilidade e a resiliência da infraestrutura e operação de transporte rodoviário por meio da implementação de medidas de adaptação climática e da realização de intervenções em áreas de risco.

Metas	Ações	Plano Plurianual / Fonte do recurso
<p>M23. Garantir a aderência de 90% entre o planejado e o executado no que se refere ao Programa de Sustentabilidade para Rodovias e Ferrovias Federais sob Regulação da ANTT, avaliada a cada dois anos na revisão do programa.</p> <p>M24. Garantir a aderência de pelo menos 60% entre o planejado e o executado no que se refere ao cronograma do Programa de Resiliência Climática e Responsabilidade Socioambiental, ou outro instrumento que venha a tratar das medidas de adaptação a serem implementadas com os recursos previstos na Portaria nº 622, de 28 de junho de 2024, do MT, nas diferentes concessões reguladas pela ANTT, por meio de avaliação anual, a partir de 2030.</p>	<p>A1.M23-M24. Regulamentar a aplicação do Programa de Resiliência Climática e Responsabilidade Socioambiental.</p> <p>A2.M23-M24. Celebração dos termos aditivos aos contratos existentes com as concessionárias.</p> <p>A3.M23-M24. Robustecer a fiscalização e o desenvolvimento de incentivos regulatórios, fornecer recursos, capacitação técnica e promover fóruns de discussão com o mercado regulado.</p>	<p>1. Renegociação de contratos de concessão.</p> <p>2. Inclusão neste ou no próximo ciclo do PPA.</p> <p>3. Financiamento de instituições nacionais e estrangeiras.</p> <p>Programa 3106 – Transporte Rodoviário.</p> <p>Objetivo Específico 0147 – Conceder rodovias, utilizando mecanismos aprimorados, modernos e sustentáveis.</p>

⁸ Para conferir os Objetivos Nacionais da Estratégia Nacional de Adaptação (ENA) na íntegra, consultar o Apêndice A.

Metas	Ações	Plano Plurianual / Fonte do recurso
M25. Desenvolver, até 2028, pelo menos dois projetos de pesquisa acerca de tecnologias de adaptação à mudança do clima para aumentar a resiliência da infraestrutura e/ou modernizar a operação rodoviária, por meio dos Recursos de Desenvolvimento Tecnológico (RDT).	A1.M25. Incluir o tema “adaptação climática” no normativo que rege o RDT.	Programa 3106 – Transporte Rodoviário. Medida Institucional 08B3 – Incorporação de medidas de adaptação à mudança do clima (resiliência) nas obras rodoviárias.
M26. Elaborar e publicar, até 2026, diretrizes contendo um conjunto de medidas específicas para a adaptação à mudança do clima no setor rodoviário.	A1.M26. Contratação de consultoria por meio de projetos e parcerias já estabelecidas com organismos internacionais, visando à criação e à validação das medidas de adaptação. A2.M26. Realização de oficinas internas com o suporte de projetos e parcerias internacionais, visando capacitar e envolver os stakeholders na implementação das medidas. A3.M26. Publicação de portaria com a formalização de diretrizes para oficializar as medidas de adaptação definidas.	Programa 3106 – Transporte Rodoviário. Medida Institucional 05E9 – Definir rol de medidas de adaptação à mudança do clima. Consultoria com apoio de instituições internacionais e estrangeiras.

Metas	Ações	Plano Plurianual / Fonte do recurso
M27. Incorporar medidas de sustentabilidade e adaptação à mudança do clima (resiliência) em 80% das novas obras rodoviárias contratadas, até 2027.	<p>A1.M27. Elaboração e publicação de normativo: realizar estudos e oficinas para desenvolver o instrumento normativo, em conformidade com a portaria do MT, visando à padronização das medidas de adaptação.</p> <p>A2.M27. Execução de obras resilientes: prover recursos financeiros e técnicos necessários, além de capacitar os envolvidos na execução das obras para garantir a incorporação das medidas de adaptação.</p> <p>A3.M27. Monitoramento da implementação: garantir que as medidas sejam efetivamente executadas e monitoradas durante e após a execução das obras, assegurando a eficácia das ações implementadas.</p>	<p>Programa 3106 – Transporte Rodoviário.</p> <p>Medida Institucional 08B3 – Incorporação de medidas de adaptação à mudança do clima (resiliência) nas obras rodoviárias.</p> <p>Apoio de instituições internacionais e estrangeiras.</p>
M28. Incorporar medidas de sustentabilidade e adaptação à mudança do clima (resiliência) em 50% das áreas identificadas como de risco, até 2027.	<p>A1.M28. Contratação de estudo para a identificação das áreas: realizar um levantamento detalhado das áreas de risco, utilizando metodologias adequadas para assegurar a precisão dos dados coletados.</p> <p>A2.M28. Execução de obras resilientes: prover os recursos financeiros necessários e garantir a disponibilidade de um corpo técnico capacitado para a implementação das medidas de adaptação nas áreas de risco.</p>	<p>1. Inclusão neste ou no próximo ciclo do PPA.</p> <p>2. Apoio de instituições internacionais e estrangeiras.</p> <p>Programa 3106 – Transporte Rodoviário.</p> <p>Medida Institucional 08B3 – Incorporação de medidas de adaptação à mudança do clima (resiliência) nas obras rodoviárias.</p>

Fonte: Elaboração própria.

3.2.4 Infraestrutura ferroviária

Quadro 7 – Objetivos setoriais, metas e ações do Plano Setorial – Infraestrutura Ferroviária

Objetivos Nacionais da ENA⁹: ON1, ON4, ON5 e ON8



Objetivos setorial

O4. Aumentar a resiliência do setor ferroviário por meio da implementação de medidas estruturais, aprimoramento do arcabouço legal e ampliação das capacidades do setor de prevenção, gestão de riscos e adaptação à mudança do clima, garantindo a operação e a proteção da infraestrutura e da faixa de domínio frente aos riscos climáticos.

Metas	Ações	Plano Plurianual / Fonte do recurso
<p>M29. Promover, até 2027, o uso de tecnologias de adaptação climática para modernizar a operação ferroviária, com a integração de soluções desenvolvidas por meio de Recursos de Desenvolvimento Tecnológico (RDT).</p> <p>M30. Desenvolver, até 2031, pelo menos dois projetos de pesquisa acerca de tecnologias de adaptação às mudanças do clima para aumentar a resiliência da infraestrutura e/ou modernizar a operação ferroviária, por meio dos Recursos de Desenvolvimento Tecnológico (RDT).</p>	<p>A1.M29-M30. Incluir o tema adaptação climática no normativo que rege o RDT.</p>	<p>Programa 3901 – Transporte Ferroviário.</p> <p>Objetivo Específico 0233 – Aumentar a eficiência da malha ferroviária de maneira sustentável.</p>

⁹ Para conferir os Objetivos Nacionais da Estratégia Nacional de Adaptação (ENA) na íntegra, consultar o Apêndice A.

Metas	Ações	Plano Plurianual / Fonte do recurso
M31. Implementar, até 2027, normativo que garanta a destinação de recursos para o desenvolvimento de infraestrutura resiliente, considerando corrigir vulnerabilidades existentes.	<p>A1.M31. Contratação de consultoria por meio de projetos e parcerias já estabelecidas com organismos internacionais, visando à criação e à validação das medidas de adaptação.</p> <p>A2.M31. Realização de oficinas internas com o suporte de projetos e parcerias internacionais, visando capacitar e envolver os stakeholders na implementação das medidas.</p> <p>A3.M31. Publicação de portaria com a formalização do normativo.</p>	<p>1. Inclusão neste ou no próximo ciclo do PPA.</p> <p>2. Apoio de instituições internacionais e estrangeiras.</p> <p>Programa 3901 – Transporte Ferroviário.</p> <p>Objetivo Específico 0233 – Aumentar a eficiência da malha ferroviária de maneira sustentável.</p>
M32. Firmar, até 2027, pelo menos uma parceria com instituição que opere sistemas de monitoramento/alertas para eventos climáticos.	<p>A1.M32. Identificar as possíveis parcerias de modo a permitir e firmar acordos para desenvolver/customizar/incorporar sistemas de alerta que permitam uma avaliação periódica quanto à eficácia das parcerias.</p> <p>A2.M32. Publicação de acordo de cooperação institucional.</p>	<p>Programa 3901 – Transporte Ferroviário.</p> <p>Objetivo Específico 0233 – Aumentar a eficiência da malha ferroviária de maneira sustentável.</p> <p>Apoio de instituições internacionais e estrangeiras.</p>
M33. Realizar pelo menos um estudo, até 2027, que correlacione dados ambientais e climáticos históricos com vistas a orientar ações que promovam a resiliência das ferrovias federais.	<p>A1.M33. Contratação de consultoria por meio de projetos e parcerias já estabelecidas com organismos internacionais, visando à criação e à validação das medidas de adaptação.</p> <p>A2.M33. Publicação de estudo que se baseie em dados históricos e ambientais para entender as eventuais correlações desses com eventos climáticos, identificando possíveis padrões e recomendações.</p>	<p>Programa 3901 – Transporte Ferroviário.</p> <p>Objetivo Específico 0233 – Aumentar a eficiência da malha ferroviária de maneira sustentável.</p> <p>Apoio de instituições internacionais e estrangeiras.</p>

Fonte: Elaboração própria.

Em relação às informações do Plano Plurianual (PPA) contidas no quadro anterior, cabe destacar que a Constituição Federal estabelece que os planos nacionais, regionais e setoriais sejam elaborados em consonância com o PPA, instrumento que também orienta a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e a Lei Orçamentária Anual (LOA).

Diante disso, na finalização dos Planos Setoriais e Temáticos de Adaptação, a Secretaria Nacional de Planejamento do Ministério de Planejamento e Orçamento (SEPLAN/MPO) foi convidada a contribuir para alinhar as metas e ações apresentadas ao PPA 2024-2027, fortalecendo a integração entre os instrumentos de planejamento e assegurando maior coerência entre políticas públicas nacionais e setoriais.

Ademais, o trabalho buscou detalhar vínculos até o mais específico nível possível, acrescentando informações relevantes e, na ausência de correspondência com atributos mais específicos, manteve-se a vinculação somente com o Programa do PPA. Entretanto, sempre que havia objetivos, entregas ou medidas institucionais vinculadas à ação setorial, esses elementos foram devidamente destacados. É importante ressaltar que o objetivo dessa ação foi aperfeiçoar o alinhamento ao planejamento de médio prazo do Governo Federal.

Assim, ao refinar a relação entre as ações previstas nos planos setoriais e temáticos de adaptação e o PPA, conseguimos aumentar a robustez do plano de duas maneiras: (1) identificamos as ações já previstas no PPA, justamente aquelas priorizadas pelos respectivos órgãos; e (2) para as ações que não constam ainda do PPA, mas que contribuem para o alcance de seus objetivos, abre-se a possibilidade de eventual inclusão no Plano Plurianual em uma futura revisão.

Por fim, vale salientar que esse alinhamento poderá ser revisado e aproveitado no ciclo de monitoramento do Plano Clima, sobretudo nos casos de ações idênticas às do PPA, permitindo utilizar os dados de monitoramento do PPA também para o Plano Clima. Destaca-se, ainda, a possibilidade de incluir ações do Plano Clima no PPA em futuras revisões, desde que atendam aos requisitos metodológicos. Entre eles, destaca-se a exigência de metas quantitativas para as entregas, condição essencial para mensurar o progresso alcançado.





4. Gestão, monitoramento e avaliação

4.1 Elaboração do Plano

4.1.1 Processos de elaboração

A construção do Plano Setorial de Adaptação de Transportes foi marcada por um processo participativo e colaborativo, envolvendo uma ampla gama de atores institucionais e técnicos. Assim, oficinas presenciais e virtuais e reuniões com as áreas específicas foram promovidas para integrar as contribuições dos diversos subsetores envolvidos, garantindo que as especificidades de cada modal fossem previstas e alinhadas aos objetivos estratégicos do Plano. Essas atividades proporcionaram um espaço para o debate, a troca de conhecimentos e a definição de diretrizes que garantem a sustentabilidade e a resiliência frente à mudança do clima.

Ademais, a participação dos setores de aviação civil, infraestrutura portuária e aquaviária, ferroviária e rodoviária foi essencial para a consolidação das metas e indicadores de monitoramento, bem como o MT, o MPOR, as agências reguladoras e as demais entidades vinculadas, desempenharam um papel central, trazendo suas perspectivas técnicas e operacionais. Esse conjunto garantiu a construção de um Plano que reflete as demandas atuais do setor de transportes, promovendo ações integradas e direcionadas à adaptação climática, modernização e inovação tecnológica.

No segmento de Aviação Civil, as vulnerabilidades dos elementos do sistema foram identificadas a partir dos impactos causados pelas ameaças climáticas. Diante disso, em cada infraestrutura aeroportuária e aeronáutica civil específica, a avaliação das vulnerabilidades deverá ser feita pelo respectivo operador, na implementação do Plano. Já os riscos climáticos foram definidos a partir de documentos setoriais internacionais de referência (ICAO, 2022a; 2022b; ACI, 2018; Eurocontrol, 2021), sendo considerados outros documentos institucionais e técnico-científicos, listados nas referências.

Em se tratando da infraestrutura portuária e aquaviária, houve a participação dos servidores das secretarias finalísticas do MPOR, com contribuição da ANTAQ, por meio de reuniões virtuais e presenciais, oficinas e realização de pesquisa em periódicos científicos. Ademais, foram realizadas interlocuções com outras pastas ministeriais, agências reguladoras, empresas públicas e autarquias aderentes ao setor de transportes. Para a estruturação de propostas de sustentabilidade no setor aquaviário, consideraram-se as práticas identificadas em economias desenvolvidas, a exemplo dos países membros da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), bem como estudos de referência como o relatório da ANTAQ, intitulado *Impactos e Riscos da Mudança do Clima nos Portos Públicos Brasileiros*.

Considerando o elevado grau de sustentabilidade do transporte ferroviário, as contribuições para o Plano relacionadas a esse modal partiram principalmente

de informações disponíveis em políticas e iniciativas já existentes relacionadas ao tema, como o Projeto Adaptavias e a Portaria nº 1.441, de 24 de outubro de 2022, que institui a Agenda de Sustentabilidade do Ministério dos Transportes.

Quanto à infraestrutura de transporte rodoviário, a ANTT elaborou suas contribuições por meio da observação do arcabouço legal que regula os contratos de concessão sob sua responsabilidade, bem como da atuação coordenada das áreas finalísticas e demais unidades que, direta ou indiretamente, lidam com o tema. Deve-se salientar que há uma resolução em elaboração na ANTT, que consistirá em Programa de Sustentabilidade para Rodovias e Ferrovias Federais sob Regulação da agência, observando a Portaria nº 622/2024 do Ministério dos Transportes.

Além disso, a construção do Plano contornou uma ampla base técnica e metodológica, fundamentada em documentos institucionais e técnico-científicos de referência. Esses materiais foram pesquisados e analisados para garantir que as ações propostas estejam alinhadas às melhores práticas nacionais e internacionais, incorporando evidências científicas e diretrizes setoriais robustas. Essa abordagem garante que o Plano não apenas reflita as demandas do setor, mas também responda à exigência de resiliência e adaptação frente às mudanças no cenário global.

4.1.2 Mecanismos de participação

No segmento de Aviação Civil, o Plano foi desenvolvido pela Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC), Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e Diretoria de Sustentabilidade (DSUST) da Secretaria Executiva, órgãos integrantes do Ministério de Portos e Aeroportos. Ademais, contou com a participação do Comando da Aeronáutica (COMAER), órgão de Estado incumbido de prover a segurança da navegação aérea, e do seu Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), além de entidades associativas e empresas dos três gêneros de entidades operacionais do sistema de aviação civil: operadores de aeroportos e aeródromos, inclusive a Infraero; a empresa pública NAV Brasil, Provedora de Serviços de Navegação Aérea (PSNA); e operadores aéreos, inclusive as três maiores empresas da aviação comercial doméstica.

Essa participação foi proporcionada mediante consultas, por meio de ofícios, com minutas intermediárias dos conteúdos do Plano, e diálogos, além das muitas contribuições recebidas e diversas incorporadas ao Plano. Foi realizado, ainda, o Fórum Empresarial de Adaptação à Mudança do Clima, em junho de 2024, em São Paulo (SP), que contou com a participação de operadores de aeroportos, quando também foram colhidas sugestões.

No que se refere aos setores portuário e aquaviário, o Plano foi elaborado com o envolvimento da Coordenação-Geral de Planejamento Sustentável do Departamento de Gestão Hidroviária e Coordenação-Geral de Navegação Marítima do Departamento de Navegação e Fomento da Secretaria Nacional de Hidrovias e Navegação e Coordenação-Geral de Delegações e Convênios do Departamento de Gestão e Modernização Portuária da Secretaria Nacional de Portos, além da Diretoria de Sustentabilidade. Além disso, a participação do corpo técnico do MPOR deu-se por meio de reuniões presenciais, reuniões on-line e oficinas de trabalhos, ainda com a participação em eventos correlatos a mudança do clima e transição energética justa.

Para o segmento da infraestrutura de transportes rodoviário e ferroviário, o Plano foi desenvolvido em conjunto pelo Ministério dos Transportes, pela Agência Nacional de Transportes Terrestres, pela Infra S.A. e pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.

Além disso, como visto anteriormente, o Plano Clima no segmento da infraestrutura de transportes rodoviário e ferroviário foi largamente baseado no Projeto AdaptaVias, esforço conjunto entre

o Ministério dos Transportes e a *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ) GmbH no Brasil, que conta com o apoio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) (Brasil, MT, 2023).

Representantes da ANTT, do DNIT e da Infra S.A. que participaram da elaboração desse Plano compareceram às oficinas presenciais e remotas, que serviram para subsidiar as contribuições elaboradas no âmbito interno da agência para, então, serem inseridas nos documentos compartilhados, bem como enviadas formalmente à Subsecretaria de Sustentabilidade do Ministério dos Transportes.

4.2 Gestão e implementação do Plano Setorial

4.2.1 Responsabilidades na implementação do Plano

O Plano Setorial de Adaptação conta com uma variedade de atores responsáveis por sua implementação, havendo o papel estratégico dos Ministérios de Transportes e de Portos e Aeroportos, além de suas entidades vinculadas e concessionários. Isso confere uma complexidade de governança do setor, que se encontra dividido em vários segmentos. A seguir, são elencadas as responsabilidades relativas aos âmbitos de aviação civil, transporte marítimo e aquaviário e transporte ferroviário e rodoviário.

No âmbito da Aviação Civil, a responsabilidade é do Ministério de Portos e Aeroportos, e a coordenação da implementação do Plano, que se constitui em uma política pública, está a cargo da Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC), com a possível colaboração da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

Como visto no capítulo 3, muitas das ações de adaptação deverão ser realizadas pelas entidades do sistema de aviação civil, após avaliação e tratamento de riscos (ATR) e, se necessário, estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental (EVTEA), e análise socioeconômica de custo-benefício (ACB), a cargo das entidades, mas feitos em diálogo com o Governo Federal, para validação. Em cada infraestrutura aeroportuária e aeronáutica civil específica, a avaliação das condições locais deverá ser feita pelo respectivo operador, em articulação com a SAC, com algumas ações envolvendo parcerias no Governo Federal, e entre governos subnacionais e o Governo Federal.

Ademais, a Secretaria Nacional de Hidrovias e Navegação (SNHN), do Ministério de Portos e Aeroportos (MPOR), é a responsável pela condução da política nacional de transportes no âmbito das hidrovias e da navegação marítima e interior, entre outras atribuições. Nas infraestruturas públicas, a execução das ações será efetuada pela Diretoria de Infraestrutura Aquaviária do DNIT, supervisionada pela SNHN. Nos casos dos serviços prestados por concessionários, estes executarão as ações conforme as estratégias de sustentabilidade estabelecidas em interlocução com a ANTAQ e a SNHN.

No que diz respeito às questões portuárias, a coordenação das ações é realizada pelo MPOR, por meio da Secretaria Nacional de Portos (SNP) e da Diretoria de Sustentabilidade (DSUST), em conjunto com a ANTAQ. Essa atuação integrada, no entanto, não exclui a participação de outros atores do setor, por exemplo, os próprios portos e complexos portuários, associações, representantes das cidades e regiões, entre outros.

Outrossim, ressalta-se que são de competência do MPOR a formulação e a implementação de políticas voltadas à sustentabilidade, à transição energética e à descarbonização no setor de infraestrutura hidroviária e na navegação marítima e interior, entre outros.

Para a infraestrutura de transportes ferroviários e rodoviários, o Ministério dos Transportes, como órgão público responsável pela formulação e pela supervisão de políticas no setor, assumiu a coordenação geral do Plano Setorial de Infraestrutura de Transportes. Esse papel estratégico é desempenhado com o apoio essencial de suas entidades vinculadas, como o DNIT, Infra S.A. e ANTT, que colaboram na integração e execução das ações previstas. Diante disso, a articulação entre essas instituições reforça o compromisso com a implementação de medidas que promovam a sustentabilidade e a modernização da infraestrutura de transportes, alinhando-se as diretrizes previstas pelo Plano.

Por fim, no caso específico das infraestruturas rodoviárias e ferroviárias, a efetividade do Plano dependerá também da capacidade de integrar ações de adaptação às rotinas de operação, manutenção e monitoramento da malha. Isso inclui desde a incorporação de critérios técnicos para obras emergenciais até a sistematização de dados e indicadores que permitam avaliar vulnerabilidades regionais e antecipar intervenções, garantindo maior resiliência e continuidade dos serviços de transporte.

A seguir, é apresentado o quadro-síntese de atribuição de responsabilidades no Plano Setorial de Transportes (Quadro 8).

Quadro 8 – Quadro-síntese de atribuição de responsabilidades na gestão do Plano Setorial de Transportes

Instituição	Responsabilidades
AVIAÇÃO CIVIL	
SAC	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de informação e divulgação do Plano. • Produção e tratamento dos dados de monitoramento. • Monitoramento e avaliação. • Transparência do Plano à sociedade. • Mobilização e participação social. • Coordenação e colaboração na implementação de ações que envolvam parcerias: (1º) com governos subnacionais; e (2º) referentes aos sistemas de meteorologia de interesse aeronáutico.
ANAC	<ul style="list-style-type: none"> • Produção e tratamento dos dados de monitoramento. • Monitoramento e avaliação.
DECEA/COMAER	<ul style="list-style-type: none"> • Produção e tratamento dos dados de monitoramento. • Monitoramento e avaliação. • Colaboração na implementação de ações referentes aos sistemas de meteorologia de interesse aeronáutico.
Operadores de aeroportos e aeródromos	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de ações.
PSNA	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de ações.
Operadores aéreos	<ul style="list-style-type: none"> • Colaboração na implementação de ações.
Governos subnacionais	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de ações.

Instituição	Responsabilidades
MCTI	<ul style="list-style-type: none"> • Colaboração na implementação de ações referentes aos sistemas de meteorologia de interesse aeronáutico.
Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)	<ul style="list-style-type: none"> • Colaboração na implementação de ações referentes aos sistemas de meteorologia de interesse aeronáutico.
INFRAESTRUTURA PORTUÁRIA E AQUAVIÁRIA	
SNHN e SNP/MPOR	<ul style="list-style-type: none"> • Produção e tratamento dos dados relativos à infraestrutura portuária e aquaviária. • Coordenação das ações de gestão e implementação do Plano. • Monitoramento e avaliação do cumprimento das metas estabelecidas no Plano. • Articulação interinstitucional para integração de ações entre os diversos entes governamentais e privados.
DNIT/MT	<ul style="list-style-type: none"> • Produção e tratamento dos dados operacionais e de manutenção das hidrovias sob responsabilidade federal. • Execução de ações de manutenção, dragagem e adequação da infraestrutura hidroviária. • Monitoramento e avaliação.
ANTAQ	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento e avaliação. • Colaboração na implementação de ações que envolvam parcerias, estudos, produção de dados.
Gestão Local (Portos e Terminais)	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de melhorias estruturais e operacionais nas áreas portuárias e terminais. • Monitoramento local das condições climáticas e hidrológicas que impactem as operações. • Desenvolvimento de planos de contingência e adaptação à mudança do clima. • Relacionamento com comunidades locais para integração cidade-porto e medidas de mitigação de impactos sociais.
INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA	
ANTT e MT	<ul style="list-style-type: none"> • Levantamento do número de RDT firmados. • Incluir o tema adaptação climática no normativo que rege o RDT. • Aprovar RDT. • Elaboração de diretrizes ministeriais para orientar e estabelecer a governança das metas estabelecidas.

Instituição	Responsabilidades
MT, ANTT, Infra S.A. e DNIT	<ul style="list-style-type: none"> • Contratação de consultoria por meio de projetos e parcerias já estabelecidas com organismos internacionais, visando à criação e à validação das medidas de adaptação. • Realização de oficinas internas realizadas com o suporte de projetos e parcerias internacionais, visando capacitar e envolver os <i>stakeholders</i> na implementação das medidas. • Publicação de portaria com a formalização do normativo.
MT, Infra S.A. e DNIT	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar as possíveis parcerias, de modo a permitir e firmar acordos para desenvolver/customizar/incorporar sistemas de alerta que permitam uma avaliação periódica quanto à eficácia das parcerias. • Publicação de acordo de cooperação institucional.
MT, Infra S.A. e ANTT	<ul style="list-style-type: none"> • Contratação de consultoria por meio de projetos e parcerias já estabelecidas com organismos internacionais, visando à criação e à validação das medidas de adaptação. • Publicação de estudo que se baseie em dados históricos e ambientais, para entender as eventuais correlações destes com eventos climáticos, identificando possíveis padrões e recomendações.
INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA	
MT, Infra S.A., ANTT	<ul style="list-style-type: none"> • Regulamentar a aplicação do Programa de Resiliência Climática e Responsabilidade Socioambiental. • Celebração dos termos aditivos aos contratos existentes com as concessionárias. • Robustecer a fiscalização e o desenvolvimento de incentivos regulatórios, fornecer recursos, capacitação técnica e promover fóruns de discussão com o mercado regulado.
ANTT e MT	<ul style="list-style-type: none"> • Levantamento do número de RDT firmados. • Incluir o tema “adaptação climática” no normativo que rege o RDT. • Aprovar RDT. • Elaboração de diretrizes ministeriais para orientar e estabelecer a governança das metas estabelecidas.
MT	<ul style="list-style-type: none"> • Contratação de consultoria por meio de projetos e parcerias já estabelecidas com organismos internacionais, visando à criação e à validação das medidas de adaptação. • Realização de oficinas internas realizadas com o suporte de projetos e parcerias internacionais, visando capacitar e envolver os <i>stakeholders</i> na implementação das medidas. • Publicação de portaria com a formalização de diretrizes para oficializar as medidas de adaptação definidas.

Instituição	Responsabilidades
MT, ANTT, DNIT	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração e publicação de normativo: realizar estudos e oficinas para desenvolver o instrumento normativo, em conformidade com a portaria do MT, visando à padronização das medidas de adaptação. • Execução de obras resilientes: prover recursos financeiros e técnicos necessários, além de capacitar todos os envolvidos na execução das obras para garantir a incorporação das medidas de adaptação. • Monitoramento da implementação: garantir que as medidas sejam efetivamente executadas e monitoradas durante e após a execução das obras, assegurando a eficácia das ações implementadas.
MT, ANTT, DNIT	<ul style="list-style-type: none"> • Contratação de estudo para a identificação das áreas: realizar um levantamento detalhado das áreas de risco, utilizando metodologias adequadas para assegurar a precisão dos dados coletados. • Execução de obras resilientes: prover os recursos financeiros necessários e garantir a disponibilidade de um corpo técnico capacitado para a implementação das medidas de adaptação nas áreas de risco.


Fonte: Elaboração própria.


Nota: As responsabilidades de cada instituição foram definidas com base em suas próprias atribuições dentro dos processos de execução direta ou cessão à iniciativa privada das obras e operação das ferrovias federais.


4.2.2 Monitoramento, avaliação e transparência

No Quadro 9, são apresentados os indicadores levantados para as metas apresentadas no capítulo anterior.

Quadro 9 – Metas e indicadores para monitoramento e avaliação do Plano Setorial de Transportes

AVIAÇÃO CIVIL		
 Metas	Indicadores das metas	Periodicidade de coleta do indicador
M1. Melhorar 95% dos prédios e sistemas (das infraestruturas da Aviação Civil) que podem ser afetados pelos riscos climáticos e estão em estado de risco (de dano ou falha) muito alto, até 2027.	Percentual de prédios e sistemas em estado de risco muito alto melhorados.	Semestral
M2. Melhorar 95% dos prédios e sistemas (das infraestruturas da Aviação Civil) que podem ser afetados pelos riscos climáticos e estão em estado de risco alto ou médio, até 2028.	Percentual de prédios e sistemas em estado de risco alto ou médio melhorados.	Semestral


AVIAÇÃO CIVIL		
 Metas	Indicadores das metas	Periodicidade de coleta do indicador
M3. Melhorar 95% dos sistemas de conforto térmico (das infraestruturas da Aviação Civil) em estado de risco (de falha) muito alto, até 2027.	Percentual de sistemas de conforto térmico em estado de risco muito alto melhorados.	Semestral
M4. Melhorar 95% dos sistemas de conforto térmico (das infraestruturas da Aviação Civil) em estado de risco alto ou médio, até 2028.	Percentual de sistemas de conforto térmico em estado de risco alto ou médio melhorados.	Semestral
M5. Ampliar as capacidades referentes a incêndios em vegetação em 95% das localidades em estado de risco (de sinistro) muito alto, até 2027.	Percentual de localidades em estado de risco muito alto com capacidades ampliadas.	Semestral
M6. Ampliar as capacidades referentes a incêndios em vegetação em 95% das localidades em estado de risco alto ou médio, até 2028.	Percentual de localidades em estado de risco alto ou médio com capacidades ampliadas.	Semestral
M7. Atender, com serviços aéreos, 100% das localidades prejudicadas, até a estabilização de uso do território, durante todo o prazo do Plano.	Percentual de localidades atendidas em relação à quantidade de localidades prejudicadas.	Semestral
M8. Criar sistemas avançados de vigilância e previsão meteorológica para rotas aéreas, inclusive com programa de coleta de dados meteorológicos por aeronaves, até 2033.	Percentual de sistemas avançados criados.	Semestral

INFRAESTRUTURA PORTUÁRIA E AQUAVIÁRIA		
 Metas	Indicadores das metas	Periodicidade de coleta do indicador
M9. Elaborar e publicar, até 2026, diretrizes contendo procedimentos específicos para restabelecimento de infraestruturas hidroviárias diante da ocorrência de evento climático extremo.	Diretrizes publicadas.	Anual

INFRAESTRUTURA PORTUÁRIA E AQUAVIÁRIA		
 Metas	Indicadores das metas	Periodicidade de coleta do indicador
M10. Garantir, até 2027, a implementação de dois conjuntos de procedimentos para a promoção da resiliência de infraestruturas e operações aquaviárias diante da mudança do clima.	Número de procedimentos implementados.	Anual
M11. Realizar duas ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica no transporte aquaviário, até 2027, com o objetivo de promover a resiliência e adaptar as operações aos desafios impostos pela mudança do clima.	Número de pesquisas realizadas.	Anual
M12. Ampliar a cobertura de sistemas de alertas em 90% de ventos extremos, secas e tempestades nas bacias hidrográficas da hidrovia ou rota de navegação, até 2027, fortalecendo a segurança e a resiliência do transporte aquaviário.	Percentual de sistemas de alertas de ventos extremos, secas e tempestades nas bacias hidrográficas da hidrovia ou rota de navegação.	Semestral
M13. Estabelecer, até 2027, um fundo de reserva destinado a respostas a eventos extremos nas hidrovias, com prioridade em regiões e comunidades mais vulneráveis.	Estabelecimento do fundo de reserva.	Anual
M14. Criar, até 2027, uma linha de financiamento incentivada para a produção industrial de embarcações sustentáveis e adaptadas aos efeitos da mudança do clima, promovendo a resiliência do setor.	Criação da linha de financiamento.	Anual
M15. Fomentar, até 2027, a construção de embarcações adaptadas para operar em condições de restrição de calado, contribuindo para a resiliência e a eficiência do transporte aquaviário frente à mudança do clima.	Número de embarcações adaptadas construídas.	Anual

INFRAESTRUTURA PORTUÁRIA E AQUAVIÁRIA		
 Metas	Indicadores das metas	Periodicidade de coleta do indicador
M16. Desenvolver e implementar, até 2027, uma política atrativa para o financiamento de projetos de infraestrutura sustentável e resiliente, com foco na resposta a eventos climáticos adversos.	Implementação da política.	Anual
M17. Ampliar a iniciativa de fortalecimento da relação porto-cidade para três complexos portuários públicos, até 2028.	Número de portos com iniciativa de fortalecimento da relação porto-cidade.	Anual
M18. Ter 40% dos portos com levantamento de vulnerabilidades e riscos à mudança do clima, até 2028.	Número de portos com levantamento de vulnerabilidades e riscos à mudança do clima.	Anual
M19. Implementar medidas de caráter estrutural ou infraestrutural em, no mínimo, 30% dos portos nos quais foram identificadas essas demandas, até 2032.	Número de portos/terminais portuários com medidas estruturais ou infraestruturais voltadas para resiliência climática.	Bianual
M20. Ter 40% dos portos com planos de manutenção das superestruturas portuárias, equipamentos e demais ativos portuários à mudança do clima, até 2032.	Número de portos/terminais portuários com planos de manutenção de superestruturas, equipamentos e ativos portuários.	Bianual
M21. Garantir, até 2027, a implementação de, no mínimo, duas iniciativas colaborativas para compartilhamento de ferramentas e dados relacionados ao monitoramento e ao acompanhamento dos impactos da mudança do clima.	Número de iniciativas colaborativas entre porto e <i>stakeholders</i> da comunidade portuária implementados.	Anual
M22. Ter 50% dos portos com planos de ação de medidas não estruturais focadas em mudança do clima, até 2031.	Número de portos com planos de ação de medidas não estruturais voltados para adaptação à mudança do clima.	Anual

INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA		
 Metas	Indicadores das metas	Periodicidade de coleta do indicador
M23. Garantir a aderência de 90% entre o planejado e o executado no que se refere ao Programa de Sustentabilidade para Rodovias e Ferrovias Federais sob Regulação da ANTT, avaliada a cada dois anos, na revisão do programa.	Número de contratos com obrigação, sobre o total.	Anual
M24. Garantir a aderência de pelo menos 60% entre o planejado e o executado no que se refere ao cronograma do Programa de Resiliência Climática e Responsabilidade Socioambiental, ou outro instrumento que venha a tratar das medidas de adaptação a serem implementadas com os recursos previstos na Portaria nº 622, de 28 de junho de 2024, do MT, nas diferentes concessões reguladas pela ANTT, por meio de avaliação anual, a partir de 2030.	Número de contratos com obrigação, sobre o total.	Anual
M25. Desenvolver, até 2028, pelo menos dois projetos de pesquisa acerca de tecnologias de adaptação à mudança do clima para aumentar a resiliência da infraestrutura e/ou modernizar a operação rodoviária, por meio dos Recursos de Desenvolvimento Tecnológico (RDT).	Número de RDT.	bianual
M26. Elaborar e publicar, até 2026, diretrizes contendo um conjunto de medidas específicas para a adaptação à mudança do clima no setor rodoviário.	Diretrizes elaboradas e publicadas.	Anual
M27. Incorporar medidas de sustentabilidade e adaptação à mudança do clima (resiliência) em 80% das novas obras rodoviárias contratadas, até 2027.	Percentual de medidas incorporadas, identificadas e planejadas.	Anual
M28. Incorporar medidas de sustentabilidade e adaptação à mudança do clima (resiliência) em 50% das áreas identificadas como de risco, até 2027.	Percentual de medidas incorporadas, identificadas e planejadas.	Anual

INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA		
 Metas	Indicadores das metas	Periodicidade de coleta do indicador
M29. Promover, até 2027, o uso de tecnologias de adaptação climática para modernizar a operação ferroviária, com a integração de soluções desenvolvidas por meio de Recursos de Desenvolvimento Tecnológico (RDT).	Número de RDT.	Anual
M30. Desenvolver, até 2031, pelo menos dois projetos de pesquisa acerca de tecnologias de adaptação à mudança do clima para aumentar a resiliência da infraestrutura e/ou modernizar a operação ferroviária, por meio dos Recursos de Desenvolvimento Tecnológico (RDT).	Número de projetos de pesquisa desenvolvidos.	Bianual
M31. Implementar, até 2027, normativo que garanta a destinação de recursos para o desenvolvimento de infraestrutura resiliente, considerando corrigir vulnerabilidades existentes.	Número de normativos implementados.	Anual
M32. Firmar, até 2027, pelo menos uma parceria com instituição que opere sistemas de monitoramento/alertas para eventos climáticos.	Número de parcerias firmadas.	Anual
M33. Realizar pelo menos um estudo, até 2027, que correlacione dados ambientais e climáticos históricos com vistas a orientar ações que promovam a resiliência das ferrovias federais.	Número de estudos realizados.	Bianual

Fonte: Elaboração própria.

Por fim, merece destaque o fato de que o monitoramento será conduzido por meio de avaliações periódicas que permitam acompanhar o progresso na integração das medidas elencadas, promovendo segurança, eficiência e alinhamento dos setores às metas nacionais de adaptação e desenvolvimento sustentável.





5. Considerações finais

Este capítulo, em que encerramos o Plano Setorial, apresenta as boas práticas identificadas e realizadas e os aprendizados obtidos durante a elaboração do Plano em cada subsetor (Aviação Civil, Infraestrutura Portuária e Aquaviária, Infraestrutura Ferroviária e Infraestrutura Rodoviária), bem como as barreiras que dificultaram ou limitaram sua realização. Traz, também, as lacunas que o Plano apresenta, apesar de todos os esforços para que não existissem, e as recomendações para que a implementação e o monitoramento do Plano sejam bem-sucedidos.

Durante o processo de elaboração do Plano Setorial de Transportes, diversos aprendizados e boas práticas, que fortaleceram a construção e implementação do Plano, foram observados. Assim, considera-se que um dos principais destaques foi a realização de eventos de escuta e consulta com a sociedade e a academia, que permitiram a inclusão de diferentes perspectivas no processo, contribuindo para uma abordagem mais holística. Ademais, a participação ativa de lideranças governamentais e do setor privado também é essencial para o alinhamento das metas e para o fortalecimento das parcerias, garantindo que o Plano contemple as reais necessidades e desafios do setor.

Outra prática positiva foi a formação de Grupos de Trabalho Temáticos (GTT), que facilitou a integração entre os subsetores de transportes. Essa colaboração entre setores envolvidos permitiu que as soluções fossem pensadas de forma coordenada e transversal, considerando os impactos interligados da mudança do clima em diferentes tipos de infraestrutura. Assim, o uso de informação científica consolidada, combinada à inovação tecnológica, garantiu que as soluções propostas não sejam apenas viáveis, mas também eficazes no longo prazo.

AVIAÇÃO CIVIL

O Plano para o segmento de Aviação Civil foi fundamentado em referências internacionais e nacionais, com destaque para boas práticas em adaptação à mudança do clima. Dessa forma, o processo de elaboração foi enriquecido pela interação entre o Ministério de Portos e Aeroportos e os diversos atores do setor, que contribuíram com visões importantes e confirmaram a capacidade do setor em articular soluções. Contudo, foram identificadas lacunas significativas, por exemplo, a limitada participação de governos estaduais e a articulação ainda parcial com administrações subnacionais, essenciais para a implementação eficaz das medidas propostas.

Diante disso, recomenda-se o aprofundamento do diálogo com todas as partes interessadas, incluindo clientes e trabalhadores do sistema de Aviação Civil, orientado pelo ODS 17 e sua Meta 17.17, que promovem parcerias entre diferentes entidades. Além disso, o Plano deve ser continuamente aprimorado com sugestões e revisões para se adaptar às mudanças na realidade, garantindo sua relevância e eficácia a longo prazo.

INFRAESTRUTURA PORTUÁRIA E AQUAVIÁRIA

A elaboração do Plano Setorial para a Infraestrutura Portuária e Aquaviária destacou-se pela integração de diversos atores, incluindo governos subnacionais, setor privado, academia e sociedade civil, em um debate amplo e multidisciplinar. Assim, a formação de grupos de trabalho técnicos e a realização de oficinas colaborativas foram boas práticas que fomentaram a troca de conhecimento, a consolidação de parcerias estratégicas e a inclusão de abordagens inovadoras, como a justiça climática e a Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE), enriquecendo as diretrizes do Plano.

Durante o processo, foram identificados alguns pontos que podem ser aprimorados em ciclos futuros, como os prazos restritos e a atuação de equipes sem dedicação exclusiva, que evidenciaram a importância de fortalecer o planejamento e a gestão de recursos. Ademais, a adoção de metodologias mais claras e estruturadas pode contribuir para reduzir retrabalhos e garantir maior fluidez e continuidade às contribuições, especialmente diante da rotatividade de participantes nos grupos setoriais.

Embora a infraestrutura portuária e a aquaviária desempenhem um papel estratégico para a economia nacional, ainda há oportunidades para ampliar o monitoramento, a integração entre os agentes e a sistematização de procedimentos, sendo fundamental o avanço nessas frentes, a fim de subsidiar políticas públicas mais alinhadas às especificidades e às necessidades do setor. Assim, a experiência acumulada nessa etapa oferece aprendizados valiosos e abre caminho para o fortalecimento institucional e a consolidação de uma agenda de adaptação climática cada vez mais robusta e eficaz.

INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA E FERROVIÁRIA

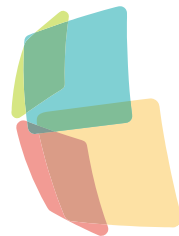
Por fim, a elaboração do Plano Setorial para a Infraestrutura de Transportes, incluindo os modos rodoviário e ferroviário, foi um processo estratégico e multidisciplinar que envolveu ampla articulação entre diferentes níveis de governo e o setor privado, com o objetivo central de construir um documento que abordasse os riscos climáticos, identificasse vulnerabilidades e apresentasse metas claras para a adaptação das infraestruturas aos desafios impostos pela mudança do clima. Nesse sentido, foram incorporadas referências nacionais e internacionais, incluindo as diretrizes do Plano Nacional de Adaptação (PNA) e do Plano Nacional de Logística (PNL) 2035, além de boas práticas consolidadas por organizações especializadas.

Ademais, um aspecto positivo da elaboração foi o caráter participativo, que garantiu a inclusão de múltiplas perspectivas, por meio de reuniões, oficinas e consultas públicas, as quais permitiram identificar as demandas regionais e setoriais, além de alinhar os objetivos do Plano às necessidades de adaptação e mitigação climática. No segmento rodoviário, por exemplo, o debate em torno do Programa de Resiliência Climática e Responsabilidade Socioambiental, na ANTT, destacou a importância de regulamentações claras e incentivos para estimular a adesão a medidas resilientes. Já no transporte ferroviário, o Projeto AdaptaVias (Ministério dos Transportes, 2022) foi fundamental para embasar as metas e ações, apesar das lacunas identificadas quanto a dados concretos sobre os impactos climáticos no setor.

No entanto, o processo também enfrentou desafios, como prazos curtos, perda de informações em etapas anteriores e a alternância de participantes, que comprometeu a continuidade do trabalho. Além disso, a integração com governos estaduais e municipais, fundamentais para a implementação das ações, revelou-se parcial, apontando para a necessidade de articulação mais robusta nos ciclos futuros.

Portanto, apesar dessas limitações, a elaboração do Plano avançou de forma significativa ao consolidar estratégias que integram adaptação climática, sustentabilidade e justiça social.

Referências



ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 31000 – Gestão de Riscos – Diretrizes*. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ABREU, V. H. S.; RIBEIRO, F. B.; SANTOS, A. S. Impactos da mudança climática na infraestrutura de transporte terrestre à luz de revisão bibliográfica com abordagem bibliométrica. *Anais do Seminário Via Viva 2021*. Disponível em: https://viaviva.infraestrutura.gov.br/wp-content/uploads/2021/10/LIVRO_VIA_VIVA_2021_SITE.pdf. Brasília, 2021. Acesso em: 27 fev. 2024.

ACI. AIRPORTS' COUNCIL INTERNATIONAL. *Policy Brief – Airports' Resilience and Adaptation to a Changing Climate*. Montreal: ACI, 2018. Disponível em: <https://store.aci.aero/product/policy-brief-airports-resilience-and-adaptation-to-changing-climate/>.

BARROS, B.R.C.B. & BULHÕES, E.C. (2020). *Transporte hidroviário e gestão integrada de recursos hídricos: projeto piloto nos rios Tapajós e Amazonas*. IV Seminário em Infraestrutura de Transportes – Via Viva. 2020, 3:1, 79-92.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). 2024a. Relatório de Demanda e Oferta. Brasília: ANAC, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/noticias/2024/com-mais-de-112-milhoes-de-passageiros-setor-aereo-tem-melhor-ano-desde-o-inicio-da-pandemia>.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). 2024b. Programa “Aeroportos Sustentáveis”. Brasília: ANAC, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/meio-ambiente/aeroportos-sustentaveis>.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). 2024c. Programa “SustentAr”. Brasília: ANAC, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/meio-ambiente/sustentar>.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS (ANTAQ). Impactos e Riscos da Mudança do Clima nos Portos Públicos Costeiros Brasileiros – Relatório Final. Brasília: WayCarbon/Antaq, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/antag/pt-br/central-de-conteudos/estudos-e-pesquisas-da-antag-1/SumarioANTAQ_PT_Final.pdf. Acesso em: 10 abr. 2024.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). Resolução nº 3.694, de 14 de julho de 2011. Regulamento dos Usuários dos Serviços de Transporte Ferroviário de Cargas – declaração de dependência do transporte ferroviário de cargas. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114294>. Brasília, 2011. Acesso em: 28 fev. 2024..

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). Resolução nº 3.695, de 14 de julho de 2011. Regulamento das Operações de Direito de Passagem e Tráfego Mútuo do Subsistema Ferroviário Federal. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114293>. Brasília, 2021. Acesso em: 28 fev. 2024..

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). Resolução nº 3.696, de 14 de julho de 2011. Regulamento para pactuar as metas de produção por trecho e metas de segurança para as concessionárias de serviço público de transporte ferroviário de cargas. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114292#:~:text=Aprova%20o%20Regulamento%20para%20pactuar,de%20transporte%20ferrovi%C3%A1rio%20de%20cargas>. Brasília, 2021. Acesso em: 28 fev. 2024.

BRASIL. ANAC e COMAER. Plano Nacional de Segurança Operacional para a Aviação Civil – PNSO 2023-2025. Brasília: ANAC e COMAER, 2022. Disponível em: <https://www.decea.mil.br/static/uploads/2023/02/PNSO-2023-2025.pdf>.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS (ANTF). Relatório de Produção – 4º Trimestre de 2023. Disponível em: https://www.antf.org.br/_uploads/2024/02/Relato%CC%81rio-de-Produc%CC%A7a%CC%83o-4T2023.pdf. Brasília, 2023. Acesso em: 27 fev. 2024.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Brasília, 1988. Acesso em: 28 fev. 2024.

BRASIL. *Corredores Logísticos Estratégicos* – Volume V: Transporte de Passageiros. Disponível em: <http://transportes.gov.br/conteudo/113-politica-e-planejamento-de-transportes/7395-cle.html>. Brasília, 2020. Acesso em: 28 fev. 2024.

BRASIL. Decreto nº 10.544, de 16 de novembro de 2020. Aprova o X Plano Setorial para os Recursos do Mar.

BRASIL. Decreto nº 10.703, de 18 de maio de 2021. Institui a Conaero. *Diário Oficial da União*.

BRASIL. Decreto nº 11.081, de 24 de maio de 2022. Autoriza a incorporação da Empresa de Planejamento e Logística S.A. pela Valec – Engenharia, Construções e Ferrovias S.A. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=11081&ano=2022&ato=b43ATR61kMZpWT891>. Brasília, 2022. Acesso em: 28 fev. 2024.

BRASIL. Decreto nº 11.237, de 18 de outubro de 2022. Aprova a estrutura do Comaer. *Diário Oficial da União*.

BRASIL. Decreto nº 3.564, de 17 de agosto de 2000. Institui o Conac. *Diário Oficial da União*.

BRASIL. Decreto nº 6.780, de 18 de fevereiro de 2009. Aprova a Pnac. *Diário Oficial da União*.

BRASIL. Decreto nº 8.750, de 10 de maio de 2016. Institui o Conselho Nacional dos Povos e Comunidades Tradicionais. *Diário Oficial da União*.

BRASIL. DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO (DECEA). *ICA 63-46 – Órgãos Provedores de Serviços de Navegação Aérea (PSNA)*. Brasília: DECEA, 2021.

BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. *Plano de Monitoramento Hidroviário (PMH)*. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/plano-de-monitoramento-hidroviario-pmh>. Brasília, 2022. Acesso em: 10 abr. 2024.

BRASIL. Lei Complementar nº 97, de 9 de junho de 1999. Define as atribuições subsidiárias do COMAER. *Diário Oficial da União*.

BRASIL. Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001. Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, e dá outras providências. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=10233&ano=2001&ato=d2fc3ZE5kMNpWT1fd>. Brasília, 2021. Acesso em: 28 fev. 2024.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade. *Diário Oficial da União*.

BRASIL. Lei nº 11.182, de 27 de setembro de 2005. Cria a ANAC. *Diário Oficial da União*.

BRASIL. Lei nº 11.772, de 17 de setembro de 2008. Acrescenta e altera dispositivos na Lei nº 5.917, de 10 de setembro de 1973, que aprova o Plano Nacional de Viação; reestrutura a VALEC – Engenharia, Construções e Ferrovias S.A.; encerra o processo de liquidação e extingue a Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes – GEIPOT; altera as Leis nos 9.060, de 14 de junho de 1995, 11.297, de 9 de maio de 2006, e 11.483, de 31 de maio de 2007; revoga a Lei nº 6.346, de 6 de julho de 1976, e o inciso I do caput do art. 1º da Lei nº 9.060, de 14 de junho de 1995; e dá outras providências. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=11772&ano=2008&ato=c80ITVE5UNRpWT14a>. Brasília, 2008. Acesso em: 28 fev. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.058, de 13 de outubro de 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12058.htm#art43. Brasília, 2009. Acesso em: 28 fev. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.743, de 19 de dezembro de 2012. Altera as Leis nº 10.233, de 5 de junho de 2001, e 12.404, de 4 de maio de 2011, para modificar a denominação da Empresa de Transporte Ferroviário de Alta Velocidade S.A. – ETAV para Empresa de Planejamento e Logística S.A. – EPL, e ampliar suas competências; e revoga dispositivo da Lei nº 11.772, de 17 de setembro de 2008. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12743.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2012.743%2C%20DE%2019%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202012. Brasília, 2012. Acesso em: 28 fev. 2024.

BRASIL. Lei nº 14.273, de 23 de dezembro de 2021. Estabelece a Lei das Ferrovias; altera o Decreto-Lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941, e as Leis nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.636, de 15 de maio de 1998, 10.233, de 5 de junho de 2001, 10.257, de 10 de julho de 2001, 10.636, de 30 de dezembro de 2002, 12.815, de 5 de junho de 2013, 12.379, de 6 de janeiro de 2011, e 13.448, de 5 de junho de 2017; e revoga a Lei nº 5.917, de 10 de setembro de 1973. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=14273&ano=2021&ato=1c0MTUU9UMZpWTcfa>. Brasília, 2021. Acesso em: 28 fev. 2024.

BRASIL. Lei nº 14.600, de 19 de junho de 2023. Estabelece a organização da Presidência da República e dos Ministérios. *Diário Oficial da União*.

BRASIL. Lei nº 5.917, de 10 de setembro de 1973. Aprova o Plano Nacional de Viação e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L5917.htm#anexo. Brasília, 1973. Acesso em: 26 fev. 2024.

BRASIL. Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8987cons.htm. Brasília, 1995.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. *Modelagem Climática e Vulnerabilidades Setoriais à Mudança do Clima no Brasil*. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/804/o/ModelagemClimticaeVulnerabilidadeSetoriaisMudanadoClimanoBrasil.pdf?1528299061%E2%80%8B>. Brasília, 2016. Acesso em: 27 fev. 2024.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (MCTI). *Metodologia de Gestão de Riscos*. Brasília: MCTI, 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA (MINFRA) E DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ). *Diretrizes de Sustentabilidade do MINFRA*. Brasília: MINFRA, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/centrais-de-conteudo/diretrizesdesustentabilidademinfra-pdf>.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA (MINFRA) E DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ). *Agenda de Sustentabilidade do MINFRA – 2023-2026*. Brasília: MINFRA, 2022. Disponível em: https://www.adaptacao.eco.br/_biblioteca/agenda-sustentabilidade-minfra-23-26/.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA (MINFRA) E EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA (EPL). *Plano Nacional de Logística 2020-2035 – PNL 2035*. Brasília: EPL, 2021. Disponível em: <https://ontl.infrasa.gov.br/planejamento/relatorios/>.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA (MINFRA) E EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA (EPL). *PNL 2035 – Análise socioambiental dos cenários de desenvolvimento da infraestrutura*. Brasília: EPL, 2022. Disponível em: https://ontl.infrasa.gov.br/wp-content/uploads/2022/11/Caderno_Analise_socioambientalPNL2035.pdf.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. *Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT). Relatório Executivo 2011*. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transporte-terrestre/plano-nacional-de-logistica-e-transportes/relatorio-executivo-2011>. Brasília, 2011. Acesso em: 28 fev. 2024.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. *Plano Nacional de Logística (PNL)*. Disponível em: <https://www.infrasa.gov.br/plano-nacional-de-logistica/>. Brasília, 2021. Acesso em: 28 fev. 2024.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. Portaria nº 1.441, de 24 de outubro de 2022. Estabelece a Agenda de Sustentabilidade do Ministério dos Transportes. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/sustentabilidade/AgendadeSustentabilidadeMInfra2326.pdf>. Brasília, 2022. Acesso em: 28 fev. 2024.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. Portaria nº 5, de 31 de janeiro de 2020. Estabelece as Diretrizes de Sustentabilidade do Ministério dos Transportes. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/sustentabilidade/diretrizes-de-sustentabilidade>. Brasília, 2020. Acesso em: 28 fev. 2024.

BRASIL. MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA(MINFRA) E SECRETARIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (SAC). 2022. *Versão Completa Preliminar do Plano Aeroviário Nacional 2022-2052*. Disponível em: <https://www.gov.br/participamaisbrasil/plano-aeroviario-nacional-2022>. Acesso em: 01 fev. 2024.

BRASIL. MINISTÉRIO DE PORTOS E AEROPORTOS (MPOR) E UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, LABORATÓRIO DE TRANSPORTES E LOGÍSTICA(UFSC/LABTRANS). 2024. Hórus Sistema de Informações. Disponível em: <https://horus>.

BRASIL. MINISTÉRIO DE PORTOS E AEROPORTOS (MPOR). *Plano Aeroviário Nacional 2024 (Referência 2022-2052) (PAN 2024)*. Brasília: MPor, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/transporte-aereo/plano-aeroviario-nacional>.

BRASIL. MINISTÉRIO DE PORTOS E AEROPORTOS (MPOR). *Política de Sustentabilidade do MPOR*. Portaria nº 58, de 24 de janeiro de 2025. Diário Oficial da União. Disponível em: <https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/transporte-aereo/plano-aeroviario-nacional>.

BRASIL. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO. *Estratégia Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social*. Sumário Executivo. 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. *Levantamento de impactos e riscos climáticos sobre a infraestrutura federal de transporte terrestres (rodoviário e ferroviário) existente e projetada* – Sumário Executivo. Brasília, 2022. Disponível em <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/sustentabilidade/projeto-adaptavias>. Acesso em: 09 abr. 2024.

BRASIL. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES (MT) E MINISTÉRIO DE PORTOS E AEROPORTOS (MPOR). Diretrizes Interministeriais de Sustentabilidade do MT e MPOR. Portaria Interministerial nº 2, de 25 de março de 2025. *Diário Oficial da União*.

BRASIL. *Plano de Logística Sustentável da INFRA S.A.* Disponível em: https://portal.valec.gov.br/download/pls/PLS_Valec2014_versao%2024_02_2015.pdf. Brasília, 2021. Acesso em: 28 fev. 2014.

BRASIL. *Política Nacional de Transportes*. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/centrais-de-conteudo/resumo_executivo_pnt_portugues.pdf. Brasília, 2018. Acesso em: 28 fev. 2024.

BRASIL. Resolução Normativa VALEC nº 17/2021, de 06 de outubro de 2021. Institui a Política Ambiental e Territorial no âmbito da INFRA S.A., assegurando a atuação da empresa em consonância com o princípio da sustentabilidade e da responsabilidade social, promovendo a incorporação dos princípios e diretrizes desta política nos projetos, negócios e nos relacionamentos com as partes interessadas. Disponível em: <https://www.infrasa.gov.br/wp-content/uploads/2023/10/RES-N.-017-2021-Institui-a-Politica-Ambiental-e-Territorial-no-ambito-da-Valec-Engenharia-Construcoes-e-Ferrovias-S.A.pdf>. Brasília, 2021. Acesso em: 28 fev. 2024.

CARVALHO, S.S.; OLIVEIRA, C.A. A importância do tratamento fisioterapêutico no processo de reabilitação dos escarpelados. *Cadernos de Educação, Saúde e Fisioterapia* – Suplemento Anais do I Simpósio de Fisioterapia da UNIFAP, v. 3, n. 6, p. 33-34, 2016.

CASTELLANOS, E. *et al.* Central and South America. In: PÖRTNER, H.-O. *et al.* (Ed.). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 1689-1816, doi:10.1017/9781009325844.014. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_Chapter12.pdf.

CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA DO BRASIL (CHM). 2024. *Monitoramento de Ciclones Subtropicais/Tropicais na METAREA V*. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-monitoramento-de-ciclones>. Acesso em 24 mar. 2024.

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR (CIRM). *X Plano Setorial para os Recursos do Mar*. 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES (CNT). *Pesquisa CNT de Rodovias 2023*. Brasília: CNT: SEST SENAT: ITL, 2023.

DODMAN, D. *et al.* Cities, Settlements and Key Infrastructure. In: PÖRTNER, H.-O. *et al.* (Ed.). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 907-1040, doi :10.1017/9781009325844.008. Disponível em https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_Chapter06.pdf.

EUROPEAN ORGANISATION FOR THE SAFETY OF AIR NAVIGATION (EUROCONTROL). Annex 2 – Adapting Aviation to a Changing Climate. In: *European Aviation 2040 – Challenges of Growth*. Bruxelas: Eurocontrol, 2018. Disponível em: <https://www.eurocontrol.int/publication/challenges-growth-2018>.

EUROPEAN ORGANISATION FOR THE SAFETY OF AIR NAVIGATION (EUROCONTROL). *Climate Change Risks for European Aviation: Summary Report*. Bruxelas: Eurocontrol, 2021. Disponível em: <https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-study-climate-change-risks-european-aviation>.

FORZIERI, G.; BIANCHI, A.; SILVA, F.B.; HERRERA, M.A.M.; LEBLOIS, A.; LAVALLE, C.; AERTS, J.C.J.H.; FEYEN, L. Escalating impacts of climate extremes on critical infrastructures in Europe. *Global Environmental Change*, v. 48, p. 97-107, 2018.

FRISCHTAK, C.; SALLES, B.; CAPUTO, F.; BASTOS, V. 23ª Carta de Infraestrutura – Novas estimativas de investimento em infraestrutura em 2023 e primeiras projeções para 2024. Ano XI, n. 23. Inter. B Consultoria Internacional de Negócios. Disponível em: <https://interb.com.br/wp-content/uploads/2024/02/CI23-23a-Carta-de-Infraestrutura-31.01.2024-1.pdf>. São Paulo, 2024. Acesso em: 27 fev. 2024.

GOUVEIA, B. G.; RIBEIRO, F.; SILVA, M. A. V. Avaliação do ciclo de vida no planejamento da infraestrutura de transporte ferroviária. *Anais do Seminário Via Viva 2021*. Disponível em: https://viaviva.infraestrutura.gov.br/wp-content/uploads/2021/10/LIVRO_VIA_VIVA_2021_SITE.pdf. Brasília, 2021. Acesso em: 27 fev. 2024.

HOSSEINI, S.; IVANOV, D.; DOLGUI, A. Review of quantitative methods for supply chain resilience analysis. *Computers & Industrial Engineering*, v. 93, p. 252-266, 2019.

ICAO (2020). *2018 ICAO Climate Adaptation Synthesis*. Montreal: ICAO, 2020. Disponível em: <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/Climate-Adaptation.aspx>.

ICAO (2022a). *Climate Risk Assessment, Adaptation and Resilience: Key Climate Change Vulnerabilities for Aviation Organisations*. Montreal: ICAO, 2022. Disponível em: <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/Climate-Change-Climate-Risk-Assessment,-Adaptation-and-Resilience.aspx>.

ICAO (2022b). *Climate Risk Assessment, Adaptation and Resilience: Menu of Adaptation Options*. Montreal: ICAO, 2022. Disponível em: <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/Climate-Change-Climate-Risk-Assessment,-Adaptation-and-Resilience.aspx>.

ICAO (2022c). *Doc 10004 – Global Aviation Safety Plan 2023-2025*. Montreal: ICAO, 2022.

ICAO. Chapter 7 – Climate Change Adaptation. In: *2019 Environmental Report*. Montreal: ICAO, 2019.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report (AR6 – Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change)*. Genebra: IPCC, 2023.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). Chapter 9 – Climate change resilience and adaptation. In: *Doc 9184 – Airport Planning Manual, Part II*. Montreal: ICAO, 2018.

IPCC. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844. IPCC: 2022.

MYSCZAK, L. A.; RIBEIRO, P. R.; AGE, S. G. Contorno ferroviário de São José do Rio Preto: avaliação dos benefícios socioambientais para promoção da resiliência. *Anais do Seminário Via Viva 2021*. Disponível em: https://viaviva.infraestrutura.gov.br/wp-content/uploads/2021/10/LIVRO_VIA_VIVA_2021_SITE.pdf. Brasília, 2021. Acesso em: 27 fev. 2024.

PORTO DO AÇU OPERAÇÕES S.A. *Porto do Açu: Avaliação dos Riscos Climáticos – Resumo Executivo*. Rio de Janeiro: Porto do Açu, 2022. Disponível em: <https://esg.portodoacu.com.br/>. Acesso em: 10 abr. 2024.

RODRIGUES, J. J.; CAMARGO, D. S. Infraestrutura crítica de transporte no Brasil e resiliência frente à mudança do clima. *Anais do Seminário Via Viva 2021*. Disponível em: https://viaviva.infraestrutura.gov.br/wp-content/uploads/2021/10/LIVRO_VIA_VIVA_2021_SITE.pdf. Brasília, 2021. Acesso em: 27 fev. 2024.

SANTOS, A.B.; SPROESSER, R.L.; BATALHA, M.O. Exploring strategic characteristics of intermodal grain terminals: Empirical evidence from Brazil. *Journal of Transport Geography* v. 66, p. 259-267, 2018.

SCHEEPERS, H.; WANG, J.; GAN, T.Y.; KUO, C.C. The impact of climate change on inland waterway transport: Effects of low water levels on the Mackenzie River. *Journal of Hydrology* v. 566, p. 285-298, 2018.

VERBRUGGE, L.N.H.; GANZEVOORT, W.; FLIERVOET, J.M.; PANTEN, K.; VAN DEN BORN, R.J.G. Implementing participatory monitoring in river management: The role of stakeholders' perspectives and incentives. *Journal of Environmental Management*, v. 195, n. 1, p. 62-69, 2017.





Apêndices

APÊNDICE A – Objetivos Nacionais de Adaptação

OBJETIVOS NACIONAIS



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



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



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



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



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



Garantir a segurança energética, de forma sustentável e acessível;



Promover o desenvolvimento socioeconômico e a redução das desigualdades;



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



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



Plano Setorial de Transportes

MINISTÉRIO DE
PORTOS E
AEROPORTOS

MINISTÉRIO DOS
TRANSPORTES

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE E
MUDANÇA DO CLIMA

GOVERNO DO
BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO