

# Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima

## Estratégias Setoriais e Temáticas

VOLUME II





**Ministério do Meio Ambiente**

# **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**

**Volume II: Estratégias Setoriais e Temáticas**

**Portaria MMA nº 150 de 10 de maio de 2016**

## **República Federativa do Brasil**

Dilma Vana Rousseff

Presidenta

Michel Temer

Vice Presidente

## **Ministra do Meio Ambiente**

Izabella Mônica Vieira Teixeira

Ministra

## **Secretaria Executiva**

Carlos Augusto Klink

Secretário

## **Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental**

José Domingos Gonzalez Miguez

Secretário

# Coordenação Geral do Grupo de Trabalho em Adaptação à Mudança do Clima

## Diretora de Licenciamento e Avaliação Ambiental (MMA)

Karen de Oliveira Silverwood-Cope

## Coordenador Geral de Mudanças Globais de Clima (MCTI)

Márcio Rojas da Cruz

## Equipe Técnica do MMA

Adriana Brito da Silva, Jaqueline Leal Madruga, Juliana Faria Nunes, Luiz Gonçalves da Motta, Mariana Egler, Nelcilândia Pereira de Oliveira Kamber, Pedro Christ

## Equipe Técnica do MCTI

Andrea Araújo, Lidiane Melo, Ricardo Pavan, Sonia Bittencourt

## Instituições do Governo Federal Participantes do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima

Agência Nacional de Águas	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional	Ministério da Integração Nacional
Casa Civil da Presidência da República	Ministério das Cidades
Centro Nacional de Monitoramento de Desastres Naturais	Ministério das Relações Exteriores
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	Ministério de Minas e Energia
Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas	Ministério do Desenvolvimento Agrário
Fundação Nacional do Índio	Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome
Fundação Oswaldo Cruz	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis	Ministério do Meio Ambiente
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade	Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	Ministério da Saúde
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento	Ministério dos Transportes
	Serviço Florestal Brasileiro
	Serviço Geológico do Brasil-CPRM

Representantes estaduais, da sociedade civil e do setor privado também contribuíram com a elaboração deste Plano. Veja lista completa no sítio eletrônico do Ministério do Meio Ambiente.

Créditos das Imagens: ASCOM/MMA, Paulo Hilst

---

### Dados Internacionais para Catalogação na Publicação- CIP

B823p      Brasil. Ministério do Meio Ambiente.  
  
        Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima : volume 2 : estratégias setoriais e temáticas : portaria MMA nº 150 de 10 de maio de 2016 / Ministério do Meio Ambiente.-- Brasília : MMA, 2016. 2 v.  
  
        295 p., il. (algumas color.)  
  
        ISBN: 978-85-7738-272-9  
  
        1.Plano Nacional de Adaptação. 2.Estratégias de adaptação. 3.Vulnerabilidade à mudança do clima. 4.Gestão de mudanças climáticas. I. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. II.Título.

CDU: 551.583(083.9)



# Sumário



<b>Apresentação .....</b>	<b>8</b>
---------------------------	----------

## **Estratégias Setoriais e Temáticas**

Estratégia de Agricultura .....	10
Estratégia de Biodiversidade e Ecossistemas.....	34
Estratégia de Cidades .....	64
Estratégia de Gestão de Risco de Desastres .....	82
Estratégia de Indústria e Mineração .....	102
Estratégia de Infraestrutura .....	114
Estratégia de Povos e Populações Vulneráveis .....	143
Estratégia de Recursos Hídricos .....	166
Estratégia de Saúde .....	190
Estratégia de Segurança Alimentar e Nutricional .....	214
Estratégia de Zonas Costeiras.....	238

<b>Referência Bibliográfica .....</b>	<b>264</b>
---------------------------------------	------------

<b>Glossário .....</b>	<b>284</b>
------------------------	------------

<b>Acrônimos e Siglas.....</b>	<b>289</b>
--------------------------------	------------

# Listas de Quadros



<b>Quadro 1.</b> Medidas de adaptação propostas para estruturação do Programa de Adaptação para a Agricultura .....	29
<b>Quadro 2.</b> Projeções de mudança na temperatura e precipitação nos biomas brasileiros .....	37
<b>Quadro 3.</b> Síntese dos elementos que contribuem para a Vulnerabilidade de Ecossistemas Terrestres Costeiros e Marinhos .....	45
<b>Quadro 4.</b> Resumo dos principais serviços ecossistêmicos que podem ser utilizados no desenvolvimento de medidas de AbE e setores beneficiados .....	52
Lista de Colaboradores que apoiaram na elaboração do Capítulo de Biodiversidade e Ecossistemas .....	62
<b>Quadro 5.</b> Caracterização dos municípios brasileiros quanto aos aspectos demográficos (CENSO, 2010) e de riscos urbanos, no contexto de mudança do clima.....	69
<b>Quadro 6.</b> Regiões do Brasil e as principais características relacionadas aos desastres naturais .....	85
<b>Quadro 7.</b> Síntese de informações relevantes às questões relacionadas aos tipos de desastres que atingem o Brasil, eventos extremos e mudança do clima.....	87
<b>Quadro 8.</b> Diretrizes de Adaptação para o setor de Gestão de Riscos a Desastres frente à mudança do clima .....	100
<b>Quadro 9.</b> Dimensão das avaliações e impactos para o setor industrial.....	105
<b>Quadro 10.</b> Impactos de eventos extremos em sistemas de transporte .....	117
<b>Quadro 11.</b> Potenciais impactos sobre a infraestrutura e a mobilidade urbana .....	125
<b>Quadro 12.</b> Índice para avaliar a vulnerabilidade à MC das Populações dos municípios (FIOCRUZ, 2015).....	149
<b>Quadro 13.</b> Fatores que contribuem para a vulnerabilidade futura dos Grupos Populacionais Tradicionais Específicos nos biomas brasileiros considerando o cenário 8.5 Wm <sup>2</sup> do IPCC AR5 .....	153
<b>Quadro 14.</b> Potenciais instituições para elaboração de planos de ação.....	188
<b>Quadro 15.</b> Avaliação dos impactos da mudança do clima, vulnerabilidades e seus efeitos sobre a saúde humana .....	194

# Listas de Quadros



<b>Quadro 16.</b> Diretrizes para incorporação da Adaptação à Mudança do Clima nas políticas do SUS .....	205
<b>Quadro 17.</b> Fenômenos/exposição e impactos da Mudança do Clima sobre a Zona Costeira brasileira.....	240
<b>Quadro 18.</b> Grau de Vulnerabilidade das Zonas Costeiras aos efeitos da MC nas diferentes regiões brasileiras .....	246
<b>Quadro 19.</b> Principais programas e sistemas de coletas de dados sobre zona costeira e oceanos no Brasil .....	248
<b>Quadro 20.</b> Diretrizes e ações para implementação de estratégias de adaptação na Zona Costeira Brasileira .....	251

# Listas de Figuras



<b>Figura 1.</b> Diagrama mostrando as categorias de serviços ecossistêmicos .....	49
<b>Figura 2.</b> Incorporação de medidas de AbE nas políticas de adaptação setoriais .....	50
<b>Figura 3.</b> Localização dos 821 municípios prioritários para as ações do Programa Gestão de Riscos e Resposta a Desastres do PPA 2012-2015 .....	91
<b>Figura 4.</b> Organização Geral do SINPDEC .....	92
<b>Figura 5.</b> Zona de Influência da adaptação da Indústria.....	108
<b>Figura 6.</b> Transversalidade das medidas de adaptação.....	110
<b>Figura 7.</b> Matriz Elétrica Brasileira.....	131
<b>Figura 8.</b> Potencial Eólico Brasileiro .....	132
<b>Figura 9.</b> Mapa de radiação solar no Brasil .....	133
<b>Figura 10.</b> Sistema Interligado Nacional – SIN .....	134
<b>Figura 11 -</b> Variação Mensal típica de energia para as fontes de Hidroeletricidade, Biomassa e Eólica.....	138
<b>Figura 12.</b> Alguns grupos que compõem os GPTE. (MDS, 2015).....	148
<b>Figura 13.</b> Na figura (a) a intensidade de Desastres Naturais no Brasil entre 1991-2010 por município (cor mais escura indica um número maior de Desastres). Na (b), os grupos de famílias (mais sensíveis/expostas) que recebem renda per capita de até R\$ 77,00 (cor azul indica um número menor de famílias e a cor vermelha um número maior) .....	151
<b>Figura 14.</b> Arranjo institucional do Ministério da Saúde para Mudança do Clima.....	191
<b>Figura 15.</b> Mudança do Clima e seus impactos, riscos e vulnerabilidades na saúde humana (Fonte:Adaptado Barcellos et al., 2009).....	193
<b>Figura 16.</b> Transversalidade de ações setoriais para redução de vulnerabilidades socioambientais (OPAS/ Ministério da Saúde, 2014).....	203
<b>Figura 17.</b> Distribuição dos silos e depósitos no Brasil .....	224
<b>Figura 18.</b> Comparativo produção de grãos x capacidade estática no Brasil .....	224
<b>Figura 19.</b> Sistema Integrado de Monitoramento e Observação Sustentado dos Oceanos.....	259

# Apresentação

Este volume é parte integrante do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima – PNA e está organizado em 11 estratégias de adaptação para os setores e temas elencados como potencialmente vulneráveis à mudança do clima e ao mesmo tempo prioritários para o desenvolvimento do país: Agricultura, Biodiversidade e Ecossistemas, Cidades, Desastres Naturais, Indústria e Mineração, Infraestrutura (Energia, Transportes e Mobilidade Urbana), Povos e Comunidades Vulneráveis, Recursos Hídricos, Saúde, Segurança Alimentar e Nutricional e Zonas Costeiras.

As estratégias discutem sobre as principais vulnerabilidades, lacunas de conhecimento, gestão de cada setor e tema frente às mudanças do clima e apresentam as diretrizes para implementação de medidas adaptativas visando o incremento da resiliência climática.

No processo de elaboração das estratégias buscou-se adotar uma perspectiva sistêmica, a partir da ideia de que o comprometimento da capacidade de um determinado setor em exercer de forma plena sua atividade fim, em consequência de impactos oriundos da mudança do clima, pode influenciar de maneira direta ou indireta, em maior ou menor intensidade, a estabilidade e funcionalidade dos demais. Similarmente, o espectro das políticas e ações voltadas para o fomento da capacidade adaptativa de um setor específico pode se refletir na resiliência dos demais.

De forma exemplificativa, podemos citar que a implementação de medidas de adaptação das estratégias setoriais e temáticas, como a recuperação e conservação de bacias hidrográficas, o uso racional e o reúso da água, e o uso de tecnologias mais eficientes de sistemas de irrigação, beneficiam não somente a garantia da disponibilidade hídrica futura, como também geram reflexos positivos para a preservação da biodiversidade, a produção de alimentos, o abastecimento das cidades, o funcionamento das indústrias etc.

As estratégias setoriais e temáticas do PNA identificaram como os principais gargalos para o gerenciamento do risco climático, as lacunas de informação e conhecimento sobre a exposição e a sensibilidade dos sistemas naturais, humanos, produtivos e de infraestrutura à mudança do clima; a identificação e espacialização dos potenciais impactos da mudança do clima no território nacional; e a oferta descentralizada e em linguagem facilitada dos dados e informações climáticas. Neste sentido, iniciativas que priorizem a gestão do conhecimento, visando o apoio à geração de novos conhecimentos e tecnologias, a organização e acesso à informação, são essenciais para fomentar o desenvolvimento sustentável e a competitividade econômica do país nos cenários de mudança do clima.





## Estratégia de Agricultura



**Plano Nacional de Adaptação  
à Mudança do Clima**

# 1

## Estratégia de Agricultura

Este capítulo foi construído sob coordenação do MAPA, ponto focal para esta estratégia setorial, com participação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac), Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e Ministério da Integração (MI). A revisão e fortalecimento do Programa de Adaptação do Plano ABC – Agricultura de Baixa Emissão de Carbono<sup>1</sup> (BRASIL, 2012), a ocorrer no período de 2016/2017, com ampla participação do setor público, privado, produtivo, pesquisa e representação da sociedade civil, refletirá o conteúdo desta estratégia setorial.

### 1.1 Objetivo geral

O escopo de um programa de adaptação para o setor agropecuário é criar um ambiente seguro para o processo de tomada de decisão do produtor rural e do gestor de política pública, enfrentando a incerteza climática, com acesso eficiente à informações, tecnologias e processos produtivos para o estabelecimento de sistemas produtivos sustentáveis.

**Este capítulo se propõe a analisar as vulnerabilidades da Agricultura frente à mudança do clima; apoiar o**

**setor agrícola na implementação de ações para promoção da resiliência dos agroecossistemas; desenvolver a transferência de tecnologia; e fornecer subsídios para a revisão do Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono, em particular seu programa de adaptação, e para as ações que serão executadas até 2020.**

### 1.2 Introdução

A agricultura brasileira é constituída por uma grande diversidade de sistemas de produção, que têm importante papel na economia do país, seja em seus mercados locais e manutenção de modos de vida, seja na construção da riqueza nacional. O setor agrícola contribui com 23% do PIB nacional (cerca de R\$ 1,1 trilhões), e 35% dos empregos gerados no país. São cerca de 5 milhões de estabelecimentos rurais que contribuem para a produção de alimentos, fibras e energia, além de atender necessidades internacionais: o Brasil é, desde 2008 o terceiro maior exportador mundial de produtos agrícolas, sendo o principal exportador de diversos produtos. As exportações de produtos agropecuários são os principais responsáveis pelos saldos positivos da balança comercial brasileira (BRASIL, 2015b). Com isso, o Brasil se destaca como um importante ator no abastecimento

1 [www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)



do sistema mundial de alimentos (FAO, 2012).

A agricultura é uma atividade econômica inteiramente influenciada pelas condições ambientais e muito dependente das condições meteorológicas (MOORHEAD, 2009). O clima e sua variabilidade são o principal fator de risco para a agricultura. Estima-se que cerca de 80% da variabilidade da produtividade agrícola advenha da variabilidade climática sazonal e interanual, enquanto que os demais 20% estão associados às questões econômicas, políticas, de infraestrutura e sociais. (BRASIL, 2015; NAKAI et al., 2015)

As atividades agrícolas respondem de forma direta e indireta às condições meteorológicas: temperatura, radiação solar, chuva, umidade do ar, velocidade do vento e, também, à disponibilidade de água no solo. Oscilações dessas variáveis meteorológicas repercutem no crescimento, desenvolvimento, produtividade e qualidade das culturas e criações agrícolas, além do seu efeito em outros elementos dos agroecossistemas, como insetos e outros animais polinizadores ou predadores, microorganismos, aquíferos, entre outros (GHINI, et al., 2011; HOFFMANN, 2011).

Além do impacto direto na capacidade produtiva das culturas e espécies animais domesticadas, as alterações dos padrões climáticos têm impacto nos vetores de algumas doenças, insetos predadores e

também polinizadores, assim como na disseminação de algumas plantas consideradas nocivas aos processos produtivos (GHINI, et al., 2011; HOFFMANN, 2011). Existem estudos<sup>2</sup> em andamento avaliando a entrada de algumas doenças não presentes até o momento, no território brasileiro, e que poderão, potencialmente, tornar-se ameaças à produção agrícola nacional.

A variabilidade dentro do padrão climático é intrínseca ao planejamento do processo de produção de alimentos. No entanto, as projeções climáticas para o Brasil, desenvolvidas a partir dos possíveis cenários considerados nas avaliações internacionais (IPCC, 2014), trazem preocupações quanto ao provável aumento médio da temperatura e diminuição da precipitação (MARQUES et al., 2013).

Estudos em andamento mostram que a frequência de dias com temperaturas extremas, sejam altas ou baixas, e a diminuição do gradiente de temperatura entre dia e noite, terão um forte impacto no metabolismo vegetal e no bem-estar animal, com grandes impactos sobre a capacidade produtiva (HOFFMANN, 2011; BRASIL, 2015). Além disso, projeções apontam para alterações na distribuição sazonal da precipitação, com maior concentração de chuvas de alta intensidade em um breve espaço de tempo, ao invés de uma distribuição espaçada da chuva durante o período produtivo (HOFFMANN, 2011). Tal fenômeno po-

2

([www.macroprograma1.cnpqia.embrapa.br/climapest](http://www.macroprograma1.cnpqia.embrapa.br/climapest))



derá impactar negativamente os sistemas produtivos, visto que no Brasil, apenas 5% das áreas agrícolas são irrigadas (BRASIL, 2015; NAKAI et al., 2015), ou seja, 95 % da área cultivada está sujeita às variações naturais da chuva, tanto em quantidade, quanto na distribuição sazonal. Esses padrões pluviométricos potencializam impactos negativos no sistema, seja pelo potencial erosivo das chuvas, seja pela sua ausência em períodos críticos dos ciclos produtivos.

A mudança do clima no Brasil representa aumento do risco agroclimático, resultante da redução da disponibilidade e aumento do consumo de água pelas culturas agrícolas (em função do aumento das temperaturas). Alguns estudos apontam para redução das áreas de baixo risco climático para todas as culturas (BRASIL, 2015). Estima-se que a redução potencial pode variar entre 3% e 40%, conforme a cultura e o cenário climático considerado. O aumento da deficiência hídrica média dos cultivos leva, entre outros, a uma redução dos níveis de produtividade.

Os impactos econômicos da diminuição da capacidade de produção agrícola são preocupantes. As perdas estimadas para o setor agrícola no país devido ao aumento de temperatura podem significar valores de até R\$ 7,4 bilhões já em 2020, quebra que pode saltar para R\$ 14 bilhões em 2070 – e alterar profundamente a geografia da produção agrícola no Brasil (DECONTO,

2008; ASSAD et al., 2013). Considerando o importante papel do setor para a economia nacional, também é considerável o provável impacto social. Um importante segmento para a produção de alimentos que chegam às mesas dos brasileiros é representado pela agricultura familiar, que possui um papel importante na geração de renda e qualidade de vida para milhares de famílias. Segundo o último censo agropecuário realizado pelo IBGE, em 2006, a agricultura familiar participa com 48% do valor bruto da produção nacional. O conjunto bastante diversificado desse segmento é visto por alguns como vulnerável às mudanças do clima.

A incapacidade produtiva que poderá afetar alguns sistemas agrícolas poderá impactar negativamente os modos de vida e economias locais e regionais, comprometer a segurança alimentar e nutricional, gerar insegurança social e outros problemas decorrentes. Estimativas também mostram que a perda da capacidade produtiva agrícola também acarreta elevação dos preços de alguns produtos, sobretudo de alimentos básicos, como o arroz, feijão, carne e derivados (DECONTO, 2008; ASSAD et al., 2013). Se por um lado isso poderá compensar o efeito da queda na produtividade sobre o valor da produção agrícola, por outro poderá ter impacto negativo sobre a capacidade de consumo desses produtos básicos, e potencial impacto no comportamento econômico do país, inclusive, sobre as

taxas de inflação (HOFFMANN, 2011; BEDDINGTON et al., 2012; IGNACIUK & MASON-D’CROZ, 2014; MARQUES et al., 2013).

As alterações dos padrões climáticos poderão ter impacto negativo acentuado sobre o potencial de produção agropecuária futura, quando comparada às atuais condições produtivas. Existe uma grande preocupação quanto à capacidade de abastecimento alimentar para atender as demandas da sociedade brasileira e as demandas internacionais (MOORHEAD, 2009; FORESIGHT, 2011; HOFFMANN, 2011). Historicamente, a agricultura tem uma capacidade intrínseca de adaptação (MOORHEAD, 2009). O desenvolvimento e a adoção de inovações tecnológicas no Brasil vem acompanhando mudanças socioambientais. Os investimentos em pesquisa agropecuária no país permitiram que o Brasil se destacasse mundialmente no setor de produção de alimentos. Essa capacidade de pesquisa e inovação tecnológica tem pela frente o desafio de desenvolver alternativas que permitam aos agroecossistemas se adaptarem aos novos cenários climáticos (MOORHEAD, 2009; BEILIN, SYSAK & HILL, 2012).

Apesar das características flexíveis dos sistemas agropecuários, e da disponibilidade de informações tecnológicas, ainda existe o desafio de acesso à informação e adoção de tecnologias, processos e sistemas já disponíveis, de forma adequada para que os resultados esperados sejam alcançados

e mantidos (MOORHEAD, 2009). Existe a necessidade de fortalecer políticas públicas que ofereçam ao setor produtivo instrumentos que permitam o ajuste de seus sistemas de produção, permitindo que esses sistemas mantenham sua capacidade produtiva, e se ajustem às alterações dos padrões climáticos (MOORHEAD, 2009; BEDDINGTON et al., 2012; BEILIN, SYSAK & HILL, 2012; IGNACIUK & MASON-D’CROZ, 2014; MARQUES et al., 2013). Esses instrumentos precisam focar não apenas a motivação do produtor rural, mas sobretudo criar um ambiente seguro, que permita os necessários ajustes e manutenção de sistemas de produção agropecuários sustentáveis e resilientes.

Para promover o desenvolvimento nacional, a segurança alimentar, a adaptação e a atenuação da mudança do clima, assim como as metas comerciais nas próximas décadas, o Brasil precisará elevar de forma significativa a produtividade por área dos sistemas de cultivo de produtos alimentícios e de pastagens. Ao mesmo tempo, o setor agropecuário tem a responsabilidade de reduzir suas emissões de gases de efeito estufa, e reduzir sua pressão sobre o desmatamento, reabilitando milhões de hectares de terra degradada e recuperando áreas de preservação e proteção ambiental.

### 1.3 Arranjo institucional e legal correlato

Diversas políticas e instrumentos normativos incorporam a gestão do clima e sua variabilidade sobre o setor agropecuário. Há, também, intenso trabalho de pesquisa em andamento, buscando alternativas tecnológicas, de processos e arranjos técnicos, voltados para adaptação e sustentabilidade ambiental.

Destaca-se, inicialmente, o Plano Setorial de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono - Plano ABC<sup>3</sup>, um dos planos setoriais que constitui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). Criado em 2011, o Plano traz instrumentos – como uma exclusiva linha de crédito – e promove atividades com vistas a aumentar a área de produção agropecuária sob sistemas de produção sustentáveis, que permitam, entre outros, a redução das emissões de gases de efeito estufa pelo setor agrícola. Somando-se aos compromissos de mitigação de emissões de gases de efeito estufa (GEE), o Plano tem ainda por objetivo incentivar, motivar e apoiar o setor agropecuário na implementação de ações de promoção da adaptação, onde for necessário, e por meio dos mapeamentos de áreas sensíveis, incrementar a resiliência dos agroecossistemas, desenvolver e transferir tecnologias, em especial daquelas com comprovado potencial de redução de Gases de Efeito Estufa (GEE) e de adaptação aos impactos da mudança do clima.

Além do Plano ABC, diversas políticas públicas e instrumentos já existentes, que incorporam a incerteza climática e sua influência no setor agropecuário, já contribuem para a capacidade adaptativa do setor. Esses instrumentos deverão ser revistos à luz das informações mais recentes sobre mudança do clima, discutindo sua atualidade e pertinência, conforme contexto de objetivos específicos. Seguem alguns destaques:

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático: é um instrumento de política agrícola e gestão de riscos na agricultura. Periodicamente, são atualizados estudos que buscam minimizar os riscos relacionados ao clima. As informações disponibilizadas permitem direcionar a decisão sobre as espécies adequadas para o plantio em cada região, a melhor época de plantio, tendo em consideração, ainda, os tipos de solo predominantes em cada região e os ciclos dos cultivares disponíveis. O zoneamento parte da quantificação dos riscos climáticos que potencialmente podem ocasionar perdas na produção, estabelecendo assim as áreas de baixo ou alto risco, e os respectivos calendários de plantio. Essas informações são disponibilizadas em cada ano-safra, por município e cultura. A adaptação do calendário agrícola às condições climáticas permite diminuir os riscos de perda no campo. A partir da safra 2015/2016 será possível acessar o Sistema de Zoneamento Agrícola

la de Risco Agroclimático<sup>4</sup> (SISZARC), para acesso às informações mais atualizadas sobre o zoneamento agrícola<sup>5</sup>.

O Programa de Garantia da Atividade Agropecuária - PROAGRO<sup>6</sup>, criado pela Lei nº 5.969/1973 e regido pela Lei Agrícola nº 8.171/1991, ambas regulamentadas pelo Decreto nº 175/1991, e o Programa de garantia da Atividade Agropecuária da Agricultura Familiar - PROAGRO Mais, criado pela Lei nº 12.058/2009, são ações voltadas para garantir a capacidade de financiamento e pagamento do produtor rural, frente à oscilação de preços dos produtos no mercado. A Garantia de Safra, que também inclui uma modalidade de Seguro Agrícola específico para a Agricultura Familiar, é uma estratégia para o setor produtivo, buscando dar garantia ao produtor frente a perdas de safra causadas por eventos climáticos. No caso da agricultura familiar, por exemplo, tem uma atuação especial para a região do Semiárido que historicamente sofre perda de safra por motivo de seca ou excesso de chuvas. Os agricultores que perdem mais de 50% da sua colheita recebem compensações financeiras.

---

4 <http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/Siszarc>)

5 (<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola>)

6 (<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola/proagro>)

O Seguro da Agricultura Familiar – SEAF<sup>7</sup>: instituído no âmbito do PROAGRO com a denominação PROAGRO-Mais, é destinado aos agricultores familiares que acessam o financiamento de custeio agrícola vinculado ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF). O SEAF foi criado pelo Governo Federal para que o produtor possa desenvolver sua lavoura com segurança, atendendo uma antiga reivindicação da agricultura familiar por um seguro com garantia de renda. O SEAF tem passado por reformulações que visam cada vez mais atender a verdadeira necessidade do agricultor familiar no que tange à segurança da produção, contemplando os sistemas produtivos sustentáveis, como a agroecologia, os cultivos orgânicos, os sistemas agroflorestais, entre outros.

Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR)<sup>8</sup>: que facilita ao produtor o acesso ao Seguro Rural e ainda, o “Fundo de Catástrofe”, criado em 26 de agosto de 2010 pela Lei complementar nº 137, mas ainda não regulamentado.

Além dessas iniciativas existentes, que apresentam um recorte específico para questões climáticas, existem algumas outras políticas que devem ser consideradas por contribuir para a promoção do desenvolvimento rural

---

7 (<http://www.mda.gov.br/sitemda/secretaria/saf-seaf/sobre-o-programa>)

8 (<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/seguro-rural>)

sustentável. A busca pela sustentabilidade, através das várias iniciativas existentes, buscando adequar-se aos diferentes tipos de sistemas de produção, tendo por base princípios de adoção de boas práticas de produção da agricultura conservacionista, valorizando os recursos naturais, em especial solo e água, mas também a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos, são alguns dos elementos centrais para construir a resiliência dos sistemas de produção.

A Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica, e seu respectivo Plano - PLANAPO (Decreto nº 7.794/2012), tem por objetivo “articular e implementar programas e ações indutoras da transição agroecológica, da produção orgânica e de base agroecológica, como contribuição para o desenvolvimento sustentável, possibilitando à população a melhoria de qualidade de vida por meio da oferta e consumo de alimentos saudáveis e do uso sustentável dos recursos naturais”.

A Lei para Proteção da Vegetação Nativa - Lei nº 12.651/2012, outra política relevante para a estruturação de sistemas sustentáveis de produção agropecuária, estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, Áreas de Preservação Permanente e áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de

seus objetivos. Dentre esses instrumentos, tem destaque o Programa de Regularização Ambiental (PRA), estabelecido pelo Decreto nº 8.235/2014. O documento trata da regularização das Áreas de Preservação Permanente (APPs), de Reserva Legal (RL) e de Uso Restrito (UR) mediante recuperação, recomposição, regeneração ou compensação, e direciona as ações de proprietários ou possuidores de imóveis rurais em seu processo de regularização ambiental, após o preenchimento do Cadastro Ambiental Rural (CAR), um dos instrumentos do PRA. Contribuem para essas ações a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), (integração lavoura-pecuária-floresta) (Lei nº 12.805/2013) e a Política Agrícola para Florestas Plantadas (Decreto nº 8.375/2014)

A instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e a criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) (Lei nº 9.433/1997) devem proporcionar os usos múltiplos das águas, de forma descentralizada e participativa, contando com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades, bem como reduzir os riscos climáticos inerentes à atividade agropecuária, principalmente nas regiões sujeitas à baixa ou irregular distribuição de chuvas. Destacam-se como instrumentos da PNRH, os Planos de Recursos Hídricos, a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos e o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

A Política Nacional de Irrigação (Lei nº 12.787/2013) visa incentivar a ampliação da área irrigada no país, de forma sustentável, promovendo o aumento da produtividade agrícola e, por sua vez, o aumento da competitividade do agronegócio. Reduzindo assim, a pressão por abertura de novas áreas agrícolas. A lei permite ainda, que seja caracterizada como de utilidade pública a construção de barragens e açudes para uso na irrigação. Dentre seus princípios está a integração das políticas setoriais de recursos hídricos, agrícola, de meio ambiente, de energia, de saneamento ambiental, de crédito e seguro rural e seus respectivos planos, com prioridade para projetos cujas obras possibilitem o uso múltiplo e eficiente dos recursos hídricos; o Sistema Nacional de Informações da Agricultura Irrigada destinado à coleta, processamento, armazenamento e recuperação de informações referentes à agricultura irrigada e o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação (PAN-Brasil) que deve definir as principais zonas suscetíveis à desertificação e estabelecer prioridades para ações públicas e privadas.

Considerando a precipitação média anual na maior parte das regiões do Brasil, o estímulo a ações de produção e reservação de água poderia tornar a disponibilidade hídrica suficiente para o abastecimento humano e animal, produção de energia e para aumentar significativamente as áreas irrigadas no país. Ainda que frequentemente

dependente dos barramentos, em situações em que inexistente alternativa técnica e locacional, a agricultura irrigada se caracteriza como uma atividade econômica sustentável nos aspectos ambiental, social e econômico, e possui utilidade pública e interesse social. Com a crise hídrica que o país tem atravessado nos últimos anos, especialmente nas regiões Centro-Oeste e Sudeste, a existência de uma rede de reservatórios, ainda que bastante inferior ao mínimo necessário, possibilitou o uso do volume de água reservado para abastecimento humano e dessedentação animal em vários municípios. Dentre esses, incluem-se os reservatórios construídos para fins de irrigação mesmo para projetos privados, que também serviram como fonte de água para comunidades em situação calamitosa. Os reservatórios que abastecem os Projetos Públicos de Irrigação no Nordeste frequentemente são usados também para o abastecimento humano e dessedentação animal em situações de escassez hídrica. Com a implementação da Lei para Proteção da Vegetação Nativa, inicia-se um processo massivo de recomposição de APPs, com reflorestamento de matas ciliares que contribuirão para evitar o assoreamento dos corpos d'água, melhorando o escoamento nas bacias hidrográficas. Há necessidade de rever a legislação que trata da construção de pequenas e médias barragens e de aprimorar os procedimentos de outorga de água, de modo a desburocratizar ações de

reservação, “produção” e uso de água. Dada a importância dessas ações, uma parceria entre o governo federal, estados, municípios e os produtores rurais é fundamental para a implementação de ações que tornarão o meio rural um grande provedor de água, por meio de uma política sustentável de reserva hídrica e “produção de água” nas áreas rurais.

Instrumentos de informação e planejamento em destaque são o Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária – Sisdagro<sup>9</sup> (INMET); o Simulação de Cenários Agrícolas Futuros - SCenAgri (Embrapa) e o Sistema de Observação e Monitoramento da Agricultura no Brasil – SOMABRASIL<sup>10</sup> (Embrapa). Todos esses estão se desenvolvendo tendo em consideração a crescente sensibilidade frente às incertezas climáticas, buscando agregar informações que permitirão uma maior segurança no processo de tomada de decisão dos produtores e gestores de políticas públicas.

#### 1.4 Análise qualitativa da vulnerabilidade

O sistema agropecuário desde sempre desenvolveu estratégias para enfrentar e minimizar os impactos da variabilidade climática, por ser inteiramente dependente e vulnerável às mesmas para seu desempenho. Portanto, diversos instrumentos existem

para avaliar a sensibilidade dos sistemas produtivos frente ao clima. Esses instrumentos têm sido reajustados para considerar novos possíveis cenários e, assim, direcionar pesquisas, políticas e demais instrumentos de promoção para um setor agropecuário sustentável e competitivo.

Existe destaque para o Modelo de Zoneamento da Vulnerabilidade e dos Riscos Climáticos Agrícolas, uma política pública brasileira criada em 1996. Cada um dos municípios brasileiros foi demarcado de acordo com a adequação ao cultivo segundo uma probabilidade mínima de 80% de se obter uma safra economicamente viável.

Outro importante sistema de trabalho foi desenvolvido pela Embrapa, que estuda a Simulação de Cenários Agrícolas (SCenAgri), integrando informações sobre clima, solo, água e características/necessidades das culturas com base nos conjuntos de dados de campo testados no nível nacional. O INMET oferece o Sisdagro – Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária, com o objetivo de apoiar usuários do setor agrícola em suas decisões de planejamento e manejo agropecuário. O sistema oferece aos usuários informações meteorológicas registradas em uma rede de estações do INMET, bem como de dados obtidos por modelos de previsão numérica do tempo, referentes às variáveis: temperatura, precipitação, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento e radiação

9 <http://sisdagro.inmet.gov.br:8080/sisdagro/app/index>

10 <http://mapas.cnpm.embrapa.br/somabrasil/webgis.html>



solar. Este modelo em desenvolvimento deverá, em sua segunda etapa, incorporar ferramentas baseadas na climatologia, que permitirão, por exemplo, analisar datas mais propícias para o plantio. Outra importante ferramenta a ser incorporada, diz respeito à previsão do comportamento futuro da safra, levando em conta previsões sobre o comportamento sazonal do clima.

Apesar de bastante sólidos, esses instrumentos precisam ser avaliados e eventualmente fortalecidos para um contexto de incerteza climática (VERMEULEN et al., 2013). O número de culturas analisadas deve ser ampliado, os impactos devem ser avaliados em maior detalhe e, sobretudo, a avaliação precisa considerar a estreita interdependência dos elementos produtivos. Uma avaliação dos impactos negativos das mudanças do clima sobre os sistemas é necessária, assim como a identificação de características dos sistemas que conferem resiliência ao sistema.

Todo o sistema agropecuário depende e está exposto ao clima e suas alterações. Todos os seus elementos são suscetíveis à variabilidade climática e apresentam alto grau de sensibilidade frente às mudanças do clima. Portanto, é fundamental que a capacidade de adaptação do setor seja reforçada, permitindo que o setor produtivo possa tomar as melhores decisões para estruturar sistemas de produção que sejam resilientes o suficiente frente às incertezas

climáticas. A proposta de um programa de adaptação para o setor agropecuário foca essencialmente em reforçar a capacidade de adaptação do setor, promovendo instrumentos, tecnologia e processos que permitirão ao produtor agrícola, e demais atores, continuar sua atividade com a necessária segurança.

## 1.5 Diretrizes

As consequências da mudança do clima na distribuição das chuvas, na temperatura e em outros fatores sobre o ciclo das culturas podem resultar em safras menores e produtos de menor qualidade. Além de trazer grandes prejuízos para a agricultura, essas transformações podem colocar em risco a segurança alimentar e a permanência dos agricultores no campo. A adaptação à mudança do clima deve ser parte de um conjunto de políticas públicas de enfrentamento das alterações do clima. A estratégia é investir com mais eficácia na agricultura, promovendo sistemas diversificados e o uso sustentável da biodiversidade, do solo e dos recursos hídricos, com apoio ao processo de transição, organização da produção, garantia de geração de renda, pesquisa (recursos genéticos e melhoramento, recursos hídricos, adaptação de sistemas produtivos, identificação de vulnerabilidades e modelagem), dentre outras iniciativas.

Portanto, o Programa de Adaptação para Agricultura terá como escopo criar um ambiente seguro para o processo de



tomada de decisão do produtor rural e do gestor de política pública, enfrentando a incerteza climática, com acesso eficiente a informações, tecnologias e processos produtivos para o estabelecimento de sistemas produtivos sustentáveis frente aos possíveis cenários da agropecuária brasileira nas próximas décadas. Este programa, que terá este capítulo como fundamento inicial, deverá ser

construído de forma participativa, entre 2016/2017, envolvendo especialistas e representantes dos setores da sociedade civil, no contexto de revisão do Plano ABC (BRASIL, 2012).

Para nortear a construção e gestão do Programa de Adaptação para Agricultura, consideram-se as seguintes Diretrizes:

1. O Programa de Adaptação para Agricultura será coordenado pelas Pastas governamentais com a devida competência setorial técnica, e sua implementação deverá contar com responsabilidades compartilhadas de outras pastas e instituições afins ao setor.
2. O Programa de Adaptação para a Agricultura é parte integrante das ações de enfrentamento da mudança do clima pelo setor agropecuário, e é ação coordenada e sinérgica com as preocupações de mitigação de GEE, que de forma conjunta busca aumentar a sustentabilidade do setor, sendo considerada dentro do Plano Setorial já construído sob a PNMC, o Plano ABC
3. As medidas de adaptação devem suprir as necessidades das culturas frente às várias possíveis alterações da estrutura climática, incluindo elevação de temperatura e gradiente térmico, intensidade e distribuição hídrica, entre outras. A primeira premissa a considerar é que a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (no sentido amplo do termo agricultura que envolve os cultivos agrícolas propriamente ditos, os pecuários e os florestais, bem como as diversas formas de sistemas integrados) deve ser alcançada e garantida pelo uso intensivo de conhecimento para a melhoria de seus processos.
4. Reconhece-se que o desenvolvimento de uma estratégia de adaptação deverá basear-se no melhor conjunto de informações disponíveis e que sua eficácia dependerá da estruturação de meios de implementação que assegurem sua continuidade ao longo do tempo, constante processo de revisão e aprimoramento, com investimento em ciência e tecnologia de maneira estruturada.

5. O foco das ações para agricultura são iniciativas e instrumentos que permitirão motivar e criar condições para que o produtor rural possa estruturar e manter sistemas de produção sustentáveis, em sua diversidade de escala, tecnologia, natureza de mão de obra e direcionamento de mercado. Duas ações principais deverão ser consideradas nesse sentido, além do desenvolvimento de tecnologias adequadas para cada realidade: o estabelecimento do Centro de Inteligência Climática da Agricultura e o desenvolvimento do Sistema de Monitoramento e Simulação de Risco e Vulnerabilidade Agrícola, a partir de alguns dos instrumentos já existentes e atuantes.

6. Área Geográfica de Implementação: Nacional – a agricultura é base de atividade central em todo o território nacional, e está suscetível a alterações em seu padrão climático. Assim, o Programa deverá discutir ações estruturantes e transversais, de ação federal, além de estabelecer uma estratégia de ação localizada.

7. Estratégia Regional: a especificação de metas regionais das ações deverá ser feita com base no mapeamento de vulnerabilidades, de oportunidades e/ou investimentos e do perfil social das diferentes regiões, reconhecendo prioridade de atuação no segmento da agricultura familiar. A exemplo do desenvolvimento do Plano ABC, especificidades regionais e estaduais serão desenvolvidas com a construção e eventual revisão do Plano ABC Estadual, de responsabilidade dos Grupos Gestores Estaduais, já implementados em todas as UFs, e responsáveis pela implementação e gestão do Plano ABC em cada UF.

8. Contágio da gestão do risco nas políticas setoriais: as políticas setoriais já incluem a preocupação com risco climático, que é intrínseca do setor agropecuário. A avaliação dessas políticas, em um contexto de mudança do clima, deverá acontecer durante a discussão mais detalhada do Programa de Adaptação para Agricultura, buscando avaliar sua pertinência, suas eventuais lacunas e antagonismos, e estratégias para seu fortalecimento.

A consideração dessas diretrizes, e a elaboração e implementação do Programa de Adaptação para o Setor Agropecuário, têm alguns desafios para que se tornem efetivos. Alguns desses desafios não são de governança direta do Programa, ou mesmo das Pastas responsáveis por sua implementação técnica, mas sim, partem de um entendimento de um novo

paradigma de produção agropecuária, trazido pelo desafio posto da mudança do clima, ainda não internalizado nas instituições determinantes.

Devem ser, no entanto, considerados, e discutidos quanto às melhores estratégias para serem enfrentados os seguintes desafios:

**a.** Qualificar técnicos e produtores para a adoção de sistemas e tecnologias que contribuam para a adaptação à mudança do clima;

**b.** Incentivar a adesão de técnicos e produtores, apresentando as vantagens do processo de transição para a diversificação de sistemas produtivos nas propriedades rurais e para a adoção de tecnologias que permitam o aumento da resiliência, a adaptação e o uso de energias renováveis, considerando os aspectos econômicos, sociais e ambientais;

**c.** Reduzir os riscos e minimizar os impactos da mudança do clima na agricultura por intermédio do Plano Nacional de Redução de Riscos e Desastres, considerando as possibilidades de inserção no seguro agrícola e em outros instrumentos de política agrícola;

**d.** Formar e aperfeiçoar competências, em curto e médio prazo, focadas em mudança do clima e sustentabilidade na agricultura;

**e.** Fortalecer as ações da assistência técnica e extensão rural com vistas à adequação do setor produtivo aos efeitos da mudança do clima, visando à orientação de medidas de adaptação que, preferencialmente, também mitiguem as emissões de GEE;

**f.** Fortalecer ações de contenção, redução e prevenção da desertificação e arenização, de forma a estabelecer a reconversão produtiva das áreas atingidas e a minimização dos impactos, considerando também os princípios de conservação de solo e gestão sustentável de uso e manejo hídrico;

**g.** Desenvolver e adequar tecnologias de produção que viabilizem a adaptação, garantindo a sua transferência aos produtores;

**h.** Promover e desenvolver sistemas de produção diversificados, com foco no aumento da resiliência e eficiência dos sistemas e na adaptação necessária à mudança do clima identificada nos mapas de vulnerabilidades, buscando sustentabilidade ambiental, incluindo o controle das emissões de GEE do setor (ações sinérgicas entre adaptação e mitigação), geração de renda e melhoria da qualidade de vida;

i. Criar mosaicos produtivos, baseados na interação de sistemas integrados de lavoura-pecuária-floresta, em áreas produtivas, florestadas, de vegetação nativa e corredores ecológicos, resultando no aumento da resiliência regional e no uso e conservação de recursos naturais (biodiversidade, água, solo), em conformidade com a legislação vigente;

j. Estabelecer e adequar os procedimentos dos agentes financeiros para operação em modalidades que incorporem ações de adaptação/mitigação, incluindo financiamento de sistemas diversificados, do uso sustentável da biodiversidade e dos recursos hídricos, e de geração e uso racional de energia;

k. Desenvolver e disponibilizar tecnologias, por meio de programas de P,D&I, que contemplem a gestão integrada de recursos naturais (biodiversidade, água e solo), a disponibilidade de recursos genéticos, a segurança biológica e o uso de energias renováveis, o desenvolvimento de insumos e defensivos agrícolas não agressivos ao meio ambiente, entre outros;

l. Garantir acesso às fontes de informações climáticas federais, estaduais e municipais relacionadas à agricultura.

### 1.5.1 Desenvolvimento do Programa de Adaptação para Agricultura

Para alcançar o desenvolvimento nacional, a segurança alimentar, a adaptação e a atenuação da mudança do clima, assim como as metas comerciais nas próximas décadas, o Brasil precisará elevar de forma significativa a produtividade por área dos sistemas de cultivo de produtos alimentícios e de pastagens, de forma eficiente quanto à gestão dos recursos naturais e uso de insumos. O aumento da produção deve ser empreendido através da melhoria da estruturação de sistemas e arranjos produtivos sustentáveis, com aumento da produtividade, reduzindo ao mesmo

tempo o desmatamento, reabilitando milhões de hectares de terra degradada e adaptando-se à mudança do clima.

Medidas adaptativas precisam promover avanços na incorporação de novos modelos e paradigmas de produção agropecuária. O foco na descentralização da produção, na busca de soluções mais adaptadas às condições locais, na diversificação da oferta interna de alimentos e na qualidade nutricional são possíveis soluções para adaptação agrícola, além do melhoramento genético de variedades tolerantes à seca, da transição de produção para sistemas integrados de produção, da ampliação do acesso à tecnologia de irrigação

eficiente e dos mecanismos de gestão que conservam os recursos naturais.

A utilização de novas práticas de manejo agrícola contribui para a superação de problemas ocasionados por extremos climáticos, como por exemplo, na defesa contra geadas que incidam sobre o cafeeiro ou a adoção de cultivares mais tolerantes à seca em culturas não irrigadas. O desenvolvimento de novas tecnologias agrícolas, além de promover a redução na emissão GEE, promove o aumento da produtividade das culturas.

O detalhamento do Programa de Adaptação para Agricultura deverá inicialmente considerar as ações já em andamento, e avaliar seu impacto. O Plano ABC será revisado no decorrer de 2016/2017 e, entre outros, terá revisado seu Programa de Adaptação. Esta revisão, coordenada pelos ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e do Desenvolvimento Agrário (MDA), no contexto da Comissão Executiva Nacional do Plano ABC (BRASIL, 2012), contará com ampla participação, mantendo o procedimento que construiu o Plano ABC. Avaliações mais detalhadas, prioridades e direcionamentos serão aprofundados, assim como metas mais específicas, resultados, prazos de execução e distribuição das responsabilidades.

A revisão do Programa de Adaptação deverá levar em conta os levantamentos recentes que foram realizados, assim como as projeções das variáveis meteorológicas relevantes para

a produção agropecuária, e informações já existentes sobre a vulnerabilidade do setor frente às projeções climáticas. O ponto de partida da revisão e da nova proposta considerará o que já consta do Plano ABC (BRASIL, 2012), e deverá incluir, então, novos elementos e estabelecer prioridades, conforme discutido em plenária. Esse esforço visa promover a geração, o gerenciamento e a difusão de informações ambientais básicas, assim como permitir o necessário acesso às informações tecnológicas, necessárias para ampliar a variedade de alternativas tecnológicas e de processos que apoiem o produtor rural. O período de revisão do Plano deverá durar cerca de um ano, com início previsto para 2016, tendo a avaliação das ações em andamento e, em seguida, a discussão e proposta de fortalecimento das ações e eventuais novas linhas de ação, com previsão de finalização no início de 2017.

O ponto de partida para o trabalho é o sistema de acompanhamento do Plano ABC, em particular a Plataforma Multi-institucional de Monitoramento das Reduções de Emissões de Gases de Efeito Estufa na Agropecuária- Plataforma ABC, instituída mediante parceria entre Embrapa e integrantes da Rede Clima, envolvendo instituições públicas de pesquisa e ensino, para o monitoramento, reporte e verificação (MRV) das ações de mitigação e adaptação preconizadas no Plano ABC (BRASIL, 2012). Para tanto, o recebimento e o processamento de informações, a análise de imagens de

satélite e de documentos referentes ao monitoramento das ações deste Plano ocorrerá de forma centralizada nesse laboratório.

Diversos setores e frentes de ação devem ser considerados para permitir que o setor agropecuário se adapte às mudanças do clima. A revisão do Plano ABC, em particular o trabalho a ser desenvolvido para fortalecer o seu Programa de Adaptação, deverá considerar, dentre as diversas frentes, as prioritárias, que serão executadas no próximo período do Plano ABC, até 2020, quando deverão ser revisadas, avaliando novas frentes de trabalho. Ações estruturantes e transversais permitirão um maior impacto no processo de adaptação, e deverão ser consideradas prioritárias, pois a sensibilidade para o clima, já presente nas ações do setor, poderão assim adequar-se conforme vulnerabilidades e novos cenários estabelecidos.

Duas ações centrais do programa de adaptação envolvem as metas principais estabelecidas pelo setor, que também constam como metas do PNA e encontram-se no Volume I:

1. O estabelecimento do Centro de Inteligência Climática da Agricultura, voltado para aplicação do Risco Climático no planejamento e desenvolvimento das Políticas Agrícolas Brasileiras; e
2. O desenvolvimento e implementação do Sistema de Monitoramento e Simula-

ção de Risco e Vulnerabilidade Agrícola.

Essas metas são transversais às várias ações necessárias, e permitem mapear as necessidades e definir prioridades entre as várias medidas adaptativas identificadas, mapeando também as competências e ações já em andamento, tornando mais efetivas as iniciativas a serem desenvolvidas pelo Programa de Adaptação. Ambas as metas são de responsabilidade e governança direta do governo federal, através de seus órgãos competentes (MAPA e Embrapa, respectivamente).

A seguir, apresenta-se o detalhamento da meta, conforme volume I do PNA:

Estratégia Setorial e Temática: Agricultura			
Meta 3.1	Iniciativas	Responsável	
Objetivo 3. Identificar e propor medidas para promover a adaptação e a redução do risco climático	Organizar a informação coletada de sistemas de observação climática e agrícola;	EMBRAPA	
	Aperfeiçoar os métodos de modelagem e estimativas de risco climático;		
	Aperfeiçoar o monitoramento de impactos sobre os principais sistemas de produção;		
	Sistema de Monitoramento e Simulação de Risco e Vulnerabilidade Agrícola - desenvolvido e implementado.		Desenvolver o Sistema de Monitoramento e Simulação de Risco e Vulnerabilidade Agrícola aproveitando e otimizando os sistemas já existentes;
	Análise de Vulnerabilidade Regional (desenvolvimento de índices, indicadores de vulnerabilidade de médio e longo prazos), mapas de risco climático (local, regional e nacional), classificação das regiões do país quanto ao risco climático para as principais atividades agrícolas; proposição de uma escala de vulnerabilidade; identificação de áreas prioritárias;		
	Identificação de medidas de adaptação para o uso eficiente da água, o manejo fitossanitário, integradas ao desenvolvimento de métodos e cultivos visando ao incremento da resiliência agrícola nas áreas prioritárias.		
	Indicador/ Monitoramento:		Número e frequência de análises realizadas;
			Número de parâmetros avaliados;
			Sistema de Monitoramento e Simulação de Risco e Vulnerabilidade Agrícola estruturado;
			Número de sistemas e modelos disponibilizados;
	Porcentagem do território classificado pela escala de vulnerabilidade e risco climático.		
Impacto:	Garantir o adequado e eficiente investimento de recursos para a adaptação da agricultura à mudança do clima;		
	Colaborar com a segurança alimentar e nutricional do país frente ao aumento da frequência de eventos extremos, além da melhoria da prontidão, capacidade adaptativa e resiliência do setor;		
	Auxiliar o planejamento das exportações.		

Estratégia Setorial e Temática: Agricultura			
	Meta 3.2	Iniciativas	Responsável
Objetivo 3. Identificar e propor medidas para promover a adaptação e a redução do risco climático	Centro de Inteligência Climática da Agricultura - voltado para Aplicação do Risco Climático na Política Agrícola Brasileira-criado.	Estabelecer um grupo de trabalho interinstitucional envolvendo os atores-chave (INMET, Embrapa, MAPA, MCTI, MDA, MI, MMA, IPEA, IBGE, INPE, ANA);	MAPA
		Integração do Sistema de Monitoramento e Simulação de Risco e Vulnerabilidade Agrícola às redes nacionais de monitoramento e alerta (CEMADEN e CENAD);	
		Elaboração de plano de trabalho: analisar a escala atual e potencial de geração de informação das redes de monitoramento existentes; definir requisitos técnicos das plataformas e sistemas a serem desenvolvidos para garantia de compatibilização com as plataformas já existentes; definir demandas de informação; definir metodologias, desenhar os fluxos e processos, etc;	
		Desenvolver sistemas de suporte para input de dados secundários;	
		Estruturar sistema para análise espacializada e integrada das vulnerabilidades social, econômica, ambiental e institucional;	
		Estruturar um sistema para priorização das regiões vulneráveis e ordenamento territorial;	
		Criar o Centro de Inteligência Climática da Agricultura- Rede de Comunicação e Alerta;	
		Desenvolver Planos de contingência e dar suporte à Política Agrícola Brasileira.	
	Indicador/ Monitoramento:	Versões do Sistema de Monitoramento e Simulação de Risco e Vulnerabilidade Agrícola compatibilizadas e com as demais redes de alerta e monitoramento;	
		Centro de Inteligência Climática da Agricultura - Rede de Comunicação e Alerta consolidado;	
Número de sistemas e modelos disponibilizados;			
Porcentagem do território classificado pela escala de vulnerabilidade e risco climático.			



Impacto:	Aplicação do risco climático nas ações de planejamento da Política Agrícola Brasileira;
	Provisão de um ambiente de negócios seguro para tomada de decisão dos produtores rurais, governo e investidores;
	Melhorar a previsibilidade do planejamento de seguros agrícolas;
	Garantir o adequado e eficiente investimento de recursos para a adaptação da agricultura à mudança do clima;
	Colaborar com a segurança alimentar e nutricional do país frente ao aumento da frequência de eventos extremos, além da melhoria da prontidão, capacidade adaptativa e resiliência do setor;
	Auxiliar no planejamento das exportações e negociações de commodities agrícolas em mercados futuros;
	Respaldar as políticas de zoneamento agrícola.

## 1.6 Medidas Adaptativas para o setor agropecuário

Algumas medidas de adaptação são apresentadas abaixo, que incluem as ações já propostas no Plano ABC (BRASIL, 2012), acrescidas de alguns temas. São sete grandes áreas de atuação que envolvem sistemas de informação mais ágeis e estruturados conforme o público (pesquisa, desenvolvimento de políticas públicas ou setor produtivo), monitoramento e informações quanto ao uso da terra, pesquisa em diversas frentes,

instrumentos financeiros, mecanismos de desenvolvimento rural e políticas públicas voltadas para fortalecer o setor frente às mudanças do clima. As medidas citadas são bastante gerais, e deverão ser discutidas, detalhadas e priorizadas, conforme região e sistema produtivo, assim como cronograma e prazo de execução, durante a revisão do Programa de Adaptação para a Agricultura, assim como a definição dos responsáveis por sua execução.

## Quadro 1. Medidas de adaptação propostas para estruturação do Programa de Adaptação para a Agricultura

### Intensificação de aquisição e uso de informações

Estabelecer sistemas de informações ambientais básicas, sobre tecnologias utilizadas correntemente e sobre novas opções tecnológicas que possam promover a resiliência e a adaptação aos impactos negativos da mudança do clima. Deve envolver a intensificação de aquisição e uso de informações, com ações relacionadas a redes, sistemas, plataformas e outras formas de coleta, levantamento, obtenção de informações essenciais para as análises e desenvolvimentos propostos nos demais tópicos (componentes biofísicos do agroecossistema, recursos hídricos, aptidões regionais, entre outros). Além disso, são necessários sistemas que poderão disponibilizar os resultados do avanço do conhecimento e do desenvolvimento científico e tecnológico para o aprimoramento de sistemas de produção, utilizando um sentido amplo de gestão da informação e universalização do acesso ao conhecimento, desenvolvido ou adaptado.

### Uso da terra, zoneamento do risco e identificação de vulnerabilidade, modelagem, simulação e concepção de cenários integrados

Deverá ser intensificada a instituição do Programa de Inteligência Climática na Agricultura, integrado ao Plano Nacional de Redução de Riscos e Desastres, conforme previsto no Plano ABC (BRASIL, 2012). Esse Programa incorpora por um lado estudos do comportamento climático, conforme região, desenvolvendo índices, mapas de riscos climáticos e indicadores de vulnerabilidade de médio e longo prazo e referentes a diferentes cenários de mudança do clima nas esferas locais, regionais e nacionais, que poderão servir de base para sistemas de alerta e planos de contingência relacionados a eventos climáticos extremos e seus efeitos, entre outros.

### Pesquisa e áreas temáticas

O avanço do conhecimento e do desenvolvimento científico e tecnológico para o aprimoramento de sistemas de produção de conhecimento, utilizando um sentido amplo de gestão da informação e universalização do acesso ao conhecimento, desenvolvido ou adaptado, consideradas como um produto inovador per se. As análises e desenvolvimentos técnico-científicos referentes a temas específicos visam a maior eficiência e resiliência das unidades e dos sistemas produtivos para aumento de produtividade sob pressões bióticas e abióticas decorrentes da mudança do clima, assegurando o uso sustentável dos recursos naturais. São considerados prioritários para os projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico os temas a seguir:

**Recursos hídricos e uso da água na agricultura**, envolvendo o desenvolvimento e/ou adequação de tecnologias para uso sustentável e para o aumento da eficiência de uso da água em sistemas de produção agrícolas, sobretudo o uso de sistemas de irrigação eficientes; o aumento da captação, aproveitamento, armazenamento e redução de perdas da água de chuva para uso na agricultura (reservação de água, PL 30/2015); a promoção das tecnologias de conservação do solo e da água no sistema de produção, além do cumprimento das normas de recuperação e conservação de APPs e reserva legal, para evitar contaminação dos corpos de água existentes, e também promover a manutenção da água da chuva no sistema.

**Combate à desertificação**, envolvendo o mapeamento de áreas sensíveis, e tecnologias para o enfrentamento de processos de desertificação em andamento, assim como estratégias para evitar novos processos de desertificação, com metas estabelecidas e verificação junto aos órgãos competentes;

**Manejo de pragas e doenças**, desenvolvendo estudos prospectivos do risco de aparecimento de pragas e doenças em função da mudança do clima, incluindo novas técnicas de manejos e incorporando a projeção de aparecimento de novas pragas e doenças no sistema de Análise de Risco de Pragas (ARP), assim como aspectos de bem-estar e sanidade animal, além de estratégias de controle biológico e outros processos de baixo ou nenhum impacto ambiental.

**Recursos genéticos e melhoramento**, para oferecer diversidade e alternativas de produção aos produtores, uma maior variedade de espécies, cultivares e raças deve ser conhecida, pesquisada, eventualmente adequada às novas circunstâncias climáticas e ameaças. As ações possíveis envolvem desde o fortalecimento dos programas de coleta, conservação e uso sustentável de recursos genéticos e de melhoramento vegetal e animal, com ênfase na sua adaptação aos fatores bióticos e abióticos predominantes nos cenários previsíveis de aquecimento e restrição hídrica; a estruturação da rede nacional de plataformas de fenotipagem, para dar celeridade à pesquisa em melhoramento com foco em adaptação que atenda as diversas culturas e a geografia de produção de espécies agrícolas e florestais brasileiras, e estabelecendo uma rede de experimentos de longo prazo que identifique e quantifique os efeitos combinados dos estresses abióticos (calor e seca) e concentração elevada de dióxido de carbono e suas possíveis interações sobre espécies vegetais nativas, em áreas representativas dos diferentes biomas brasileiros, entre outros. As ações devem abraçar tanto atividades desenvolvidas por instituições de pesquisa, como trabalhos a campo e iniciativas comunitárias.

**Adaptação de sistemas de produção para a sua sustentabilidade econômica, social e ambiental**, incluindo a avaliação dos sistemas existentes, quanto à eficiência, resiliência e capacidade adaptativa e, conseqüentemente, promovendo sua sustentabilidade econômica, social e ambiental; análise de ciclo de vida (atribucional e consequencial) para os principais produtos agrícolas brasileiros; a inserção dos sistemas produtivos no ambiente global de produção com visão sistêmica e agroindustrial, que considere itens, como diversificação e uso de material nativo e natural, diretamente relacionados à gestão de risco e seguro, cadeia de suprimentos e os sistemas de armazenamento, incluindo uma avaliação e prevenção de perdas, logística, entre outros.

**Manejo de pragas e doenças**, aprimorar o sistema de Análise de Risco de Pragas (ARP) de forma a incorporar a projeção de aparecimento de novas pragas e doenças, a ampliação do impacto e a migração das já existentes- como efeitos da mudança do clima, assim como orientações sobre seu controle, levando em consideração a sustentabilidade ambiental.

**Instrumentos financeiros**, duas grandes frentes de trabalho deverão ser desenvolvidas, conforme já previsto no Plano ABC (BRASIL, 2012): inicialmente, fazer gestão junto aos agentes financeiros para atender às demandas de financiamento das distintas regiões e prioridades, conforme o mapeamento/identificação de vulnerabilidades. Outra importante frente de atuação é o aperfeiçoamento e ampliação do seguro rural e outros instrumentos de prevenção e compensação de perdas climáticas na agricultura para dar suporte às ações de adaptação, sempre de forma integrada e sinérgica com as preocupações de redução de emissões de GEE pelo setor.

**Desenvolvimento Rural (transferência de tecnologia e assistência técnica)**, uma importante frente de trabalho é a discussão e estruturação de modelos ou novos elementos de desenvolvimento rural que incluam inovação e a transferência de novas opções tecnológicas que promovam a resiliência, adaptação e sustentabilidade aos efeitos deletérios da mudança do clima. Essa ação se baseia, entre outros, em um fortalecimento das ações de transferência de tecnologias derivadas das resultantes das ações propostas nos tópicos anteriores. Mais que nas tecnologias, o escopo dessa frente de trabalho são as ferramentas e ações de transferência de informação tecnológica, como forma de permitir acesso a tecnologias desenvolvidas e adaptadas. Para tal, discute-se o desenvolvimento de sistemas de informação de fácil acesso, fortalecimento e reestruturação da Assistência Técnica e Rural (ATER) e qualificação dos profissionais envolvidos.

**Políticas públicas e instrumentos normativos**, as medidas de adaptação deverão também incluir o desenvolvimento de políticas públicas direcionadas para a criação de um ambiente seguro favorável ao desenvolvimento sustentável do setor agropecuário brasileiro, promovendo a eficiência e a sustentabilidade ambiental, social e econômica da produção agrícola nacional, essenciais para a garantia da segurança alimentar frente aos novos desafios impostos pela mudança do clima. As políticas públicas atualmente em andamento devem ser fortalecidas, e sempre que possível integradas. Deve ser ampliada a discussão dos marcos regulatórios para o pagamento por serviços ambientais ao setor agrícola, para que os instrumentos adequados possam ser implementados. Uma das linhas, já prevista no Plano ABC (BRASIL, 2012), é a revisão do sistema de seguro rural, frente às projeções de possíveis impactos negativos originários das mudanças do clima. E ainda, entre outros, envolver a população, de modo geral, promovendo campanhas de esclarecimento sobre as contribuições da agricultura para a adaptação e mitigação da mudança do clima e sobre os esforços e resultados do próprio plano de adaptação, como forma de ampliar sua aceitação e o consumo consciente e preferencial de produtos derivados dessas ações relacionadas aos efeitos da mudança do clima e à segurança alimentar.

## 1.7 Interdependência com outros setores

A manutenção da capacidade produtiva do setor agropecuário brasileiro tem impacto direto na capacidade de garantir a segurança alimentar da sociedade brasileira. As políticas e ações de armazenamento e distribuição de alimentos dependem da capacidade produtiva do setor; ao mesmo tempo, a capacidade produtiva é impactada pelas escolhas e comportamento dos consumidores (sobretudo perdas). O acesso a alimentos em qualidade e quantidade suficientes tem impacto direto na resiliência social frente a aspectos sanitários diversos, sendo um elemento essencial para a saúde da população. Considera-se também uma importante influência sobre o setor de saúde, os impactos sobre a qualidade ambiental, em função dos serviços ambientais potencialmente prestados pelos sistemas agropecuários.

A estruturação de sistemas de produção sustentáveis pode contribuir com a manutenção da biodiversidade. Destaca-se a implementação do Código Florestal, em particular os esforços do setor produtivo para reestruturar as áreas de preservação permanente e reserva legal, que poderá repercutir positivamente para a manutenção dos recursos naturais, em especial quanto à disponibilidade hídrica. Além disso, a legislação correlata pode impactar na capacidade adaptativa do setor. Destaca-se, também, o normativo

existente que regulamenta o acesso a recursos genéticos, e busca por novas espécies, raças e variedades produtivas. Este acesso será essencial para que o setor produtivo possa ter acesso a novas espécies e cultivares e, assim, manter sua capacidade produtiva.

O setor agrícola depende da disponibilidade hídrica em vários momentos do ciclo de produção. Depende das políticas e estratégias de captação, armazenamento e uso sustentável - incluindo reuso, entre outros.

Logística e qualidade de estradas e outros modais a serem desenvolvidos pelo setor de transportes, impactam no processo de tomada de decisão do produtor, acesso a insumos e na qualidade do produto final, assim como na distribuição dos produtos à sociedade.

A adaptação do setor agropecuário ainda impacta e é impactada pelo trabalho em outros setores como a indústria, energia, entre outros.





## Estratégia de Biodiversidade e Ecossistemas



Plano Nacional de Adaptação  
à Mudança do Clima

## 2

# Estratégia de Biodiversidade e Ecossistemas

## 2.1 Apresentação

A Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF) e a Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQ) do Ministério do Meio Ambiente coordenaram a elaboração da estratégia de biodiversidade do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima e são os pontos focais responsáveis pela articulação das ações contempladas nesta estratégia setorial. Destaca-se, também, a colaboração de técnicos e pesquisadores atuantes no tema, através da constituição de uma rede de especialistas intitulada Rede Bioclima, que apoiaram a elaboração e revisão deste capítulo.

**A estratégia de biodiversidade e ecossistemas tem como objetivos: analisar os impactos da mudança do clima sobre a biodiversidade no país e avaliar possíveis medidas de adaptação para reduzir a sua vulnerabilidade; e avaliar o papel da biodiversidade e dos ecossistemas na redução da vulnerabilidade socioeconômica através da provisão de serviços ecossistêmicos.**

A governança de ações e políticas públicas para gestão da biodiversidade envolve diversos órgãos do SISNAMA, principalmente na escala federal e

estadual. Na escala federal, compreende no Ministério do Meio Ambiente: a Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF), o Departamento de Combate ao Desmatamento (DPCD), a Secretaria de Desenvolvimento Rural Sustentável (SEDR), o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), o Serviço Florestal Brasileiro (SFB) e o Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ).

Algumas ações também são desenvolvidas em outras instituições como o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) e Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Os órgãos estaduais de meio ambiente também são importantes atores responsáveis por ações de conservação e fiscalização na agenda de biodiversidade.

## 2.2 Introdução

A Convenção da Diversidade Biológica (CDB) definiu a biodiversidade como “a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda

a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas” (CDB, Art. 2º, BRASIL/MMA, 1992, p. 9).

O clima é fator determinante para a distribuição dos seres vivos no planeta. Desde o início do século XX, estudos avaliam a influência das variações do clima e da variabilidade climática sobre as espécies (PARMESAN, 2006). Mais recentemente, os registros dos impactos da mudança do clima, associados ao aquecimento global, passaram a ser mais frequentes e abrangentes (IHUGHES, 2000, MCCARTY, 2001, WALTHER et al., 2002 e WALTHER et al., 2005 apud VALE et al., 2009). A maior parte dos registros, no entanto, tem se concentrado na América do Norte, Europa e Japão, com grandes lacunas na América do Sul (PARMESAN, 2006; VALE et al., 2009). No Brasil, os primeiros trabalhos sobre os impactos de cenários futuros de mudança do clima sobre a biodiversidade começaram a ser realizados a partir de 2007, enfocando modelagens do clima e seus efeitos sobre a biodiversidade (MARENGO, 2007; MARINI et al., 2010; MARINI et al., 2010b; MARINI et al., 2009a, VIEIRA et al., 2012) “publisher”：“Ministério do Meio Ambiente”, “publisher-place”：“Brasília (DF).

Estes estudos não substituem abordagens observacionais, cujas pesquisas são ainda incipientes e esparsas. Atualmente, é difícil estabelecer, com base científica, ligações causais entre o declínio de uma espécie e a mudança do clima (PBMC, 2013). Isso se dá porque

as variações climáticas, que já podem estar impactando as espécies, ainda são difíceis de serem atribuídas à mudança do clima, embora haja um consenso de que esta já está acontecendo e pode alcançar níveis críticos nas próximas décadas (IPCC, 2014). Os efeitos da mudança do clima esperados, como alterações no comportamento das variáveis climatológicas, se somam a uma série de ameaças que já afetam a conservação da biodiversidade e dos ecossistemas no país, produzindo efeitos sinérgicos e de difícil previsão e monitoramento.

## **2.3 Análise de vulnerabilidade da biodiversidade à mudança do clima**

### **2.3.1 Exposição, sensibilidade e impactos potenciais sobre a biodiversidade e os ecossistemas**

Este tópico analisa a vulnerabilidade da biodiversidade nos seus três níveis, de acordo com definição da Convenção de Diversidade Biológica (CDB):

- a.** Ecossistemas (terrestres e aquáticos)
- b.** Espécies/populações
- c.** Diversidade genética dentro das espécies/populações

A abordagem de análise da vulnerabilidade desenvolvida neste capítulo obedece à abordagem metodológica do 3º e 4º Relatórios de Avaliação do IPCC (IPCC AR3, 2001 e AR4,



2007). O AR3 (IPCC, 2001) apresenta a vulnerabilidade como resultante de fatores de exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação dos sistemas naturais e humanos.

### 2.3.2 Ecossistemas terrestres

Os ecossistemas são representados pelas *fitofisionomias*, organizadas em *biomas*. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) classificou o território continental brasileiro em seis biomas (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal, Pampa), que envolvem formações dominantes em um conjunto característico de tipos de vegetação (*fitofisionomias*).

Na classificação de fitofisionomias, os parâmetros climáticos mais importantes são o número de meses secos ou frios, que determinam as subclasses de vegetação, e também as temperaturas médias que podem influenciar as formações em altitude (submontana, montana e altomontana). Cada fitofisionomia tem uma sensibilidade diferente à mudança do clima, pois algumas possuem maior dependência de umidade (ombrófilas). Mudança nos padrões dos parâmetros climáticos (variações muito fortes na quantidade e concentração de chuvas, na duração do período seco ou eventos extremos) poderão impactar em algum grau as fitofisionomias.

O estudo do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2013)

revela que o território brasileiro sofrerá um aumento incremental, ao longo do tempo, da temperatura média em todo o país, mas com intensidade variada, afetando principalmente os biomas: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Pantanal e Mata Atlântica Norte. Observa-se, também, a redução da pluviosidade média na Amazônia, Caatinga, Cerrado, Pantanal e Mata Atlântica Norte, e aumento da pluviosidade na Mata Atlântica Sul e Pampa.

**Quadro 2. Projeções de mudança na temperatura e precipitação nos biomas brasileiros**

Bioma	Precipitação (%)			Temperatura (°C)		
	Até 2040	2041-2070	2071-2100	Até 2040	2041-2070	2071-2100
<b>Amazônia</b>	-10	- 25 a – 30	-40 a-45	+1 a +1,5	+ 3 a +3,5	+5 a +6
<b>Caatinga</b>	-10 a-20	-25 a-35	-40 a-50	+0,5 a +1	+1,5 a +2,5	+3,5 a +4,5
<b>Cerrado</b>	-10 a-20	-20 a-35	-35 a-45	+1	+3 a +3,5	+5 a +5,5
<b>Mata Atlântica (nordeste)</b>	-10	-20 a-25	-30 a-35	+0,5 a +1	+2 a +3	+3 a +4
<b>Mata Atlântica (sudeste/sul)</b>	+5 a +10	+15 a +20	+25 a +30	+0,5 a +1	+1,5 a +2	+2,5 a +3
<b>Pampa</b>	+5 a +10	+15 a +20	+35 a +40	+1	+1 a +1,5	+2,5 a +3
<b>Pantanal</b>	-5 a-15	-10 a-25	-35 a-45	+1	+2,5 a +3,5	+3,5 a +4,5

Fonte: Adaptado, com dados do PBMC (2013).

Cada bioma previamente considerado tem uma sensibilidade diferente à mudança do clima. O cenário de aumento das médias de temperatura e redução das médias de pluviosidade aponta, no entanto, para um maior grau de impacto sobre as fitofisionomias dependentes de umidade (ombrófilas) (Quadro 2).

Os domínios de floresta ombrófila ocorrem principalmente na Amazônia e Mata Atlântica. O aumento da temperatura nestes biomas pode aumentar a evapotranspiração, causando e/ou exacerbando condições de seca para algumas espécies (BEAUMONT

et al., 2011). O período seco também pode aumentar a suscetibilidade a incêndios florestais e a mortalidade de plantas. Existe ainda a sensibilidade dos ambientes em altitude, com possível mudança no aspecto e na composição das fitofisionomias decorrentes do aumento da temperatura e mudança na disponibilidade de água associada. Segundo Beaumont et al., (2011), o maior impacto da mudança do clima sobre ecossistemas está na produtividade primária, que é a taxa de biomassa produzida pelas plantas (BEGON, 2006). Essa produtividade poderá aumentar ou diminuir, dependendo do novo padrão de chuvas.

Para os ecossistemas característicos de climas mais secos (ex.: florestas estacionais e savanas), a redução incremental da pluviosidade e o aumento adicional da temperatura têm efeitos ainda pouco estudados. Espera-se um impacto sobre os nichos climáticos das espécies, levando à perda de resiliência dos ecossistemas originais. No bioma Caatinga, estes impactos, podem agravar processos de desertificação em curso, associados principalmente à intensificação da perda da cobertura vegetal por mudança de uso do solo. No âmbito do bioma Cerrado, pode ocorrer a redução das formações florestais e aumento das formações abertas, reduzindo o porte e a densidade de árvores nas fitofisionomias deste bioma.

Além dos ecossistemas terrestres que são alvo da classificação fitofisionômica, o país tem uma ampla diversidade de ecossistemas úmidos e aquáticos que abrangem ecossistemas de águas doces (rios, lagoas, brejos e planícies alagáveis), ecossistemas costeiros (manguezais, restingas, marismas, comunidades de dunas, estuários, costões rochosos e lagoas costeiras) e ecossistemas marinhos (recifes de coral), que fornecem uma série de serviços ecossistêmicos fundamentais para a manutenção de atividades econômicas e para a garantia de bem-estar humano.

O aumento da temperatura da água provoca alterações nos processos químicos e biológicos como, por exemplo, a redução nas concentrações de oxigênio dissolvido na água, o que afeta a capacidade de autodepuração dos corpos d'água e sua capacidade de manter as comunidades aquáticas. Alterações na vazão dos rios também interferem diretamente na manutenção dos ecossistemas aquáticos. Os rios dependem de uma vazão mínima – chamada de vazão ecológica – que permite a manutenção da biota e o funcionamento do ecossistema. Em rios e riachos de menor tamanho, o efeito da pluviosidade na vazão é ainda mais significativo, tornando estes ambientes mais suscetíveis à mudança do clima, uma vez que alterações na frequência e no volume das chuvas podem reduzir a vazão para níveis abaixo do mínimo necessário. Reduções nas vazões, que podem surgir com a diminuição do regime de chuvas, interferem na qualidade da água e podem acarretar aumento da poluição, com consequências indesejáveis para as espécies aquáticas. Um maior aporte de nutrientes para os corpos d'água, causados por aumento na duração e intensidade de chuvas, promove o crescimento de algas, o que pode alterar o ecossistema aquático, causando a morte de peixes e alterações na cadeia alimentar.

### 2.3.3 Ecossistemas costeiros e marinhos

Como o Brasil não adota uma divisão legal por biomas para a Zona Costeira e Marinha, este capítulo aborda alguns ecossistemas-chave para a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos:

- Manguezais, apicuns, marismas, salgados e restingas
- Recifes de coral
- Estuários e Dunas
- Lagoas costeiras

A influência da mudança do clima nos ecossistemas costeiros e marinhos se dá pela elevação do nível dos oceanos, elevação da temperatura das águas e sua consequente expansão, acidificação das águas e mudanças na salinidade, além de alterações nos padrões de pluviosidade e temperatura. No século XX, a elevação do nível dos oceanos alcançou entre 12 e 22 cm e as previsões são de continuidade na elevação desses níveis (SILVA BEZERRA, *et al* 2014).

As áreas de deposição e erosão de sedimentos serão afetadas, tanto pela elevação do nível do mar, como por alteração nos padrões de tempestades e das correntes marinhas, implicando em processos de retração e progradação da linha de costa. Assim, para o futuro, além da elevação do nível do mar, pode-se esperar paisagens costeiras mais dinâmicas, forçando os limites de adaptação das comunidades bióticas, em

consequência da destruição de trechos e formação de novas áreas para colonização por seres vivos. No entanto, se a elevação do nível do mar for muito rápida, os sistemas podem sofrer os impactos e perder a resiliência antes de conseguirem se adaptar.

A análise de impacto sobre os ecossistemas costeiros mostra a importância de se manter e recuperar áreas para o deslocamento desses ecossistemas com a projeção de elevação do nível relativo do mar, bem como de se pensar soluções para manutenção dos serviços em situações que os ecossistemas-chave, como manguezais, estão limitados quanto à sua variação espacial, pelas vias públicas. Com o aumento das temperaturas médias espera-se uma migração dos ecossistemas de manguezais em direção ao sul do país, ultrapassando os limites climáticos atuais da distribuição deste sistema que ocorre até Santa Catarina.

Sobre os ecossistemas de corais, o principal impacto já documentado é o “branqueamento” (*bleaching*) dos recifes de coral com a perda da alga simbiote, devido ao aumento da temperatura e da acidez das águas marinhas. Estudos detectaram que anomalias térmicas de apenas 0,25°C por duas semanas no litoral norte da Bahia e 0,5°C em Abrolhos causaram branqueamento em 10% dos corais (LEÃO, *et al.*, 2008; LEÃO, *et al.*, 2008b). Tem sido também documentado um movimento na área de ocorrência

de corais e de algumas espécies de peixes em direção a maiores latitudes (PARMESAN, 2006), ao mesmo tempo que aqueles localizados em águas mais quentes deverão sofrer pelo aquecimento adicional.

Os estuários e as lagoas costeiras são importantes pela sua situação de vulnerabilidade a vários fatores de estresse e seu papel na provisão de serviços ecossistêmicos em especial para a pesca e para a manutenção de hábitos de vida de populações tradicionais. As dunas, por sua vez, têm papel importante na redução da intensidade de eventos climáticos costeiros, assim como os costões rochosos. Lagoas costeiras são ambientes altamente sensíveis à mudança do clima, principalmente pela possibilidade de alterações na salinidade e temperatura da água. Muitas destas lagoas são separadas do mar apenas por uma barra de areia, fazendo com que a influência marinha seja significativa nestes ambientes. Um aumento no nível do mar pode resultar em aumento da salinidade das lagoas costeiras, através da percolação da água salgada através da barra de areia e outros processos, alterando as condições ambientais e podendo levar a efeitos negativos sobre a biota.

A mudança no padrão de chuvas, com aumento da frequência de eventos extremos, pode fazer com que muitas lagoas costeiras apresentem maiores variações em sua profundidade ao longo

do ano. Estes ecossistemas são em geral rasos, o que significa que uma parte significativa da coluna d'água pode ser afetada pelo aumento da temperatura atmosférica. Essa elevação na temperatura do ar, associada a mudanças de profundidade, pode resultar em aumento da temperatura da água. Como consequência, pode haver alteração nos processos biogeoquímicos – como o processamento de matéria orgânica, produção e emissão de gases de efeito estufa – e, também, do metabolismo microbiano, da fauna, e nos serviços ecossistêmicos.

#### 2.3.4 Espécies e populações

*Espécies* é o segundo nível de biodiversidade de acordo com a definição da CDB. O surgimento e a extinção de espécies são parte da dinâmica natural da evolução. Entretanto, a mudança do clima deve acelerar a taxa de extinção, reduzindo a diversidade de espécies.

Estima-se que a riqueza de espécies do Brasil varie de 10% a 20% da biodiversidade do mundo (BRASIL, 2011; BRASIL, 2006). A mudança do clima pode influenciar as espécies direta ou indiretamente. De forma direta, as condições de clima, como mudanças na temperatura e na precipitação podem prejudicar o desenvolvimento, reduzir a mobilidade, prejudicar taxas reprodutivas, aumentar a mortalidade, afetar a imunidade a doenças, entre outros efeitos. Algumas espécies são sensíveis a baixas temperaturas, outras ao

calor ou seca excessivos. Os valores dos parâmetros climáticos em que as espécies têm melhor desempenho constituem seu nicho climático. Quanto menor o nicho climático, mais sensível é a espécie.

Além dos parâmetros climáticos médios que influenciam as espécies, os eventos extremos podem ter impacto importante, especialmente as enchentes, e as secas prolongadas que favorecem a ocorrência de incêndios em ambientes onde os organismos não estão adaptados. A mudança do clima também vai afetar os micro-habitats das espécies, ou seja, onde o organismo vive no ecossistema, por exemplo, em habitats subterrâneos, no alto da copa das árvores ou dentro d'água (CLOSEL & KOHLSDORF, 2012). Muitas espécies aquáticas habitam poças temporárias, que dependem do regime de chuvas para a sua manutenção sazonal. Um grupo representativo que ocorre nestes ambientes é composto pelos peixes-anuais, que possui um grande número de espécies ameaçadas, de acordo com a “Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção – Peixes e Invertebrados Aquáticos”.

As interações bióticas emergem como um fator de análise importante, já que as espécies ocorrem em comunidades bióticas, com muitas relações de interdependência. Segundo Parmesan (2006), a maioria dos impactos observados da mudança do clima sobre a biodiversidade tem se registrado sobre a fenologia das espécies, que é o componente sazonal presente no ciclo de vida das espécies como, por exemplo, a época de floração,

frutificação ou de perda de folhas, ou ainda a data de migração ou nascimento dos filhotes. Esse impacto é particularmente importante, pois afeta a sincronia entre as espécies e suas fontes de alimentos, que com a mudança do clima, pode ser prejudicada (HARRINGTON et al., 1999, VISSER & BOTH, 2005, apud PARMESAN, 2006).

A mudança do clima vai influenciar a distribuição de espécies e comunidades, além de alterar as interações bióticas, como predação, competição, dispersão, polinização, mutualismo, que vão influenciar as comunidades de forma inesperada e importante (HARLEY, 2011; HILLERISLAMBERS et al., 2013). Isso será mais intenso em comunidades tropicais e, considerando o maior grau de especialização das espécies tropicais, o rearranjo das comunidades pode ter consequências mais graves para elas (SHELDON et al., 2011).

Além disso, espécies, quando mudam sua área de ocorrência, podem ter seu deslocamento para a nova área retardado ou acelerado por outras espécies (HARLEY, 2011; HILLERISLAMBERS et al., 2013). Também, pode acontecer de uma espécie que não é sensível à mudança do clima ocorrida ser impactada por meio de uma espécie que é. A exposição a essas mudanças nas relações entre os seres vivos de um ecossistema é difícil de avaliar, exigindo monitoramento por vários anos.

As espécies podem se adaptar

à mudança do clima por meio das seguintes alterações: 1) alteração da área de ocorrência (expansão, retração ou deslocamento); 2) persistência na área de ocorrência atual com mudança de micro-habitat; e 3) mudança no fenótipo, fenologia ou comportamento (mudança da fonte de alimento, mudança da época de floração ou da perda de folhas, exploração de microambientes mais amenos, mudança do horário de atividade durante o dia, mudança da época de migração etc.).

A fragmentação da paisagem geralmente representa um desafio para a movimentação das espécies. Num contexto de mudança do clima, em paisagens naturais fragmentadas, somente a capacidade de dispersão não é suficiente: é preciso haver habitats adequados dentro do raio de dispersão das espécies (VALE, et al 2009),

Em um esforço de síntese pode-se apontar que os principais impactos da mudança do clima sobre as espécies e populações serão mudanças: 1) na fenologia; 2) nas interações bióticas; 3) nas taxas de extinção; e 4) e nas distribuições das espécies.

### **2.3.5 Diversidade genética**

A diversidade genética vem sendo exposta à mudança do clima. A sensibilidade depende de como a espécie em si é afetada, uma vez que a redução drástica da abundância da espécie pode trazer problemas de diversidade. Entretanto,

certas características genéticas podem se tornar menos viáveis com a mudança do clima, enquanto outras podem ser favorecidas.

Uma das formas de se entender como a mudança do clima afetará o genótipo das espécies é olhar para o passado evolutivo, onde mudanças no clima propiciaram tanto processos de especiação e diversificação como provocaram a extinção de muitas espécies e reduziram sua diversidade genética. (ALEIXO et al., 2010).

Um importante aspecto da biodiversidade genética tem relação com a diversidade nas espécies domesticadas e de seus parentes silvestres, que representam uma fonte de variabilidade genética capaz de fornecer material para melhoria da capacidade adaptativa na agropecuária, mas cuja viabilidade pode ser fortemente impactada. Da mesma forma, o conhecimento tradicional associado está sendo e será confrontado com novas condições ecológicas, o que pode ameaçar sua habilidade de produzir resultados locais, afetando sua própria sobrevivência.

A diversidade genética é, em si, uma capacidade de adaptação às mudanças ambientais e é favorecida por uma série de mecanismos biológicos. Entretanto, diante das mudanças projetadas para os ecossistemas, resultado da mudança do clima e das mudanças de uso da terra, a diversidade genética estará em cheque. Para prevenir a perda da



diversidade genética, populações de cada espécie devem ser mantidas em tamanho viável (que varia de uma espécie para outra), o que implica na conservação de um território favorável em tamanho mínimo. Como exemplo, a área necessária para assegurar a sobrevivência de uma população viável (ao menos 500 adultos reprodutivos) de onças-pardas, em longo prazo, é de 31.250 km<sup>2</sup>, e para onças-pintadas, 21.186 km<sup>2</sup> (OLIVEIRA, 1994 apud BEISIEGEL, 2009). Dessa forma, a manutenção de grandes áreas conservadas é importante para manter a diversidade de algumas espécies, tais como grandes predadores e árvores raras.

O processo de perda da diversidade genética como resultado da mudança do clima não parece estar bem documentado no Brasil, onde os estudos, ainda incipientes, se concentram nos níveis de ecossistemas e de espécies. Entretanto, nos processos onde as populações das espécies foram drasticamente reduzidas pela perda de habitat, a perda da diversidade genética também ocorreu.

## **2.4 Síntese da vulnerabilidade futura da biodiversidade e ecossistemas brasileiros à mudança do clima**

### **2.4.1 Fatores de exposição não climáticos**

Além dos impactos associados à exposição direta dos ecossistemas e suas espécies às variáveis climatológicas, a sensibilidade dos ecossistemas é afetada por variáveis “não climáticas” que incluem: conversão da cobertura florestal e fragmentação de ecossistemas, a ocorrência de incêndios, as lacunas de monitoramento da cobertura vegetal e fragilidades e lacunas de governança.

Mudanças de uso do solo aumentam a fragmentação dos biomas e ameaçam a manutenção de populações da fauna pela inexistência de áreas contínuas que garantam a viabilidade populacional. A fragmentação amplifica o efeito de borda que reduz a resiliência dos ecossistemas a impactos diversos. Estes impactos são agravados pela mudança do clima que tende a favorecer a incidência de incêndios, reduzir os nichos climáticos e alterar a distribuição de espécies e fitofisionomias.

A fragmentação de rios e alterações em suas vazões, causadas pelos diferentes usos dos recursos hídricos, afetam diretamente os ecossistemas aquáticos e o ciclo de vida das espécies dependentes desses ambientes.

Dessa forma, as medidas de adaptação para biodiversidade incluem ações voltadas tanto para redução dos fatores de exposição não climáticos, com ênfase na recuperação da vegetação nativa e na criação e implementação de áreas protegidas, quanto medidas voltadas para a incorporação das informações sobre os cenários futuros de mudanças do clima na elaboração e planejamento das políticas de conservação da biodiversidade.

O Quadro 3 representa a síntese dos elementos que contribuem para a vulnerabilidade de ecossistemas terrestres e marinhos à mudança do clima. Os vetores de mudança do clima considerados foram a variação nas médias de temperatura e precipitação e a estimativa do impacto sobre meses secos. Fatores que afetam a sensibilidade incluíram a extração de madeira, a fragmentação, focos de incêndio e estresse hídrico. Compreende-se como sensibilidade, o componente da análise de vulnerabilidade que mede o quanto um sistema é afetado, positiva ou negativamente, direta ou indiretamente pela mudança do clima.

**Quadro 3. Síntese dos elementos que contribuem para a Vulnerabilidade de Ecossistemas Terrestres Costeiros e Marinheiros**

Ecossistemas Terrestres										
Tipo de vegetação	Bioma	Exposição			Componentes da Sensibilidade			Possíveis impactos - 2050		
		T°C	Precip.	Meses secos	Clima (meses secos)	Outros fatores	Estresse hídrico	↑ incêndios (focos de calor)	Outros	Tendência de mudança
Floresta Ombrófila	Amazônia	↑↑	↓↓	↑↑	Até 4 meses	Extração de madeira Fragmentação	Sim	Sim	Aumento na mortalidade de árvores	Redução da área de cobertura na região leste da Amazônia
Floresta Ombrófila	Mata Atlântica Norte	↑↑	↓↓	↑↑	Até 4 meses	Extração de madeira Fragmentação	Sim	Sim	Aumento na mortalidade de árvores	Redução da área de cobertura de cobertura
Floresta Ombrófila	Mata Atlântica Sul	↑↑	↑↑	↓↓	Até 4 meses	Extração de madeira Fragmentação	Não	Não	-	Manutenção da área favorável ao ecossistema
Floresta Estacional Semidecidual	Transições Norte	↑↑	↓↓	↑↑	4-6 meses	Fragmentação	Sim	Sim	Aumento na mortalidade de árvores	Deslocamento e expansão
Floresta Estacional Decidual	Cerrado	↑↑	↓↓	↑↑	4-6 meses	Fragmentação	Sim	Sim	Aumento na mortalidade de árvores	Redução na área de cobertura com savanização
Floresta Estacional Decidual	Mata Atlântica	↑↑	↑↑	↓↓	4-6 meses	Fragmentação	Não	Não	-	Manutenção da área favorável ao ecossistema
Floresta Ombrófila Mista (com araucária)	Mata Atlântica Sul	↑↑	↑↑	↓↓	Até 4 meses	Fragmentação	Não	Não	-	Expansão da área favorável ao ecossistema
Savana	Cerrado	↑↑	↓↓	↑↑	Até 6 meses	Fragmentação	Sim	Sim	Aumento na mortalidade de árvores	Expansão e deslocamento da área de cobertura Redução da cobertura arbórea

**Quadro 3 (CONTINUAÇÃO). Síntese dos elementos que contribuem para a Vulnerabilidade de Ecossistemas Terrestres Costeiros e Marinhos**

Ecossistemas Terrestres										
Tipo de vegetação	Bioma	Exposição			Componentes da Sensibilidade			Possíveis impactos - 2050		
		T°C	Precip.	Meses secos	Clima (meses secos)	Outros fatores	Estresse hídrico	↑ incêndios (focos de calor)	Outros	Tendência de mudança
Savana-estépica	Caatinga	↑↑	↓↓	↑↑	6 + 3 meses	Fragmentação Desertificação	Sim	Sim	Aumento na mortalidade de árvores	Redução/deslocamento
Estepe	Pampa	↑↑	↑↑		3 meses frios <sup>11</sup> e 1 mês seco	Pastejo	Não	Não	-	Maior arborização e possível expansão de florestas
Ecossistemas Costeiros/marinhos										
Mangueza/apícum	Mata Atlântica – Norte	↑↑	↓↓		Temperatura mínima de 15°C Elevação do nível do mar	Desmatamento Áreas para expansão	Sim	Não	Morte por afogamento Falta de áreas de migração em alguns locais	Penetração no continente com mais apícum
Mangueza/apícum	Mata Atlântica – Sul	↑↑	↑↑		Temperatura mínima de 15°C Elevação do nível do mar	Desmatamento Áreas para expansão (ocupação humana e relevo)	Não	Não	Morte por afogamento Falta de áreas de migração em alguns locais	Penetração no continente e expansão ao sul, com mais mangue
Mangueza/apícum	Caatinga	↑↑	↓↓		Temperatura mínima de 15°C Elevação do nível do mar	Desmatamento Áreas para expansão	Não	Não	Morte por afogamento Falta de áreas de migração em alguns locais	Penetração no continente com mais apícum

11 Temperatura média abaixo de 15°C.

**Quadro 3 (CONTINUAÇÃO). Síntese dos elementos que contribuem para a Vulnerabilidade de Ecossistemas Terrestres Costeiros e Marinhas**

Ecossistemas Costeiros/marinhas (CONTINUAÇÃO)										
Tipo de vegetação	Bioma	Exposição			Componentes da Sensibilidade			Possíveis impactos - 2050		
		T°C	Precip.	Meses secos	Clima (meses secos)	Outros fatores	Estresse hídrico	↑ incêndios (focos de calor)	Outros	Tendência de mudança
Manguezal/apicum	Amazônia	↑↑	↓↓		Temperatura mínima de 15°C Elevação do nível do mar	Desmatamento Áreas para expansão	Sim	Não	Morte por afogamento Falta de áreas de migração em alguns locais	Penetração no continente com mais apicum
Marismas	Mata Atlântica – Sul	↑↑	↑↑		Temperatura menores que 15°C Elevação do nível do mar	Desmatamento Áreas para expansão (ocupação humana e relevo)	Não	Não	Morte por afogamento Falta de áreas de migração em alguns locais	Retração para o sul
Praias, restingas e dunas	Mata Atlântica	↑↑			Elevação do nível do mar	Áreas para expansão (ocupação humana e relevo) Redução de sedimentos nos rios com barragens	n/a	n/a	Morte por afogamento Falta de áreas de migração em alguns locais	Deslocamentos
Recifes de coral	n/a	↑↑	nn/a	nn/a	Elevação do mar Acidificação e aquecimento da água	Pesca e turismo	n/a	n/a	Branqueamento	Deslocamentos, redução da área de recifes de coral
Lagoas Costeiras	Mata Atlântica	↑↑			Elevação do nível do mar, eventos extremos de precipitação	Eutrofização, assoreamento, ocupação humana das margens	n/a	n/a	Ambiente mais quente e mais salino, desfavorável para algumas espécies	Deslocamentos, alteração da composição de comunidades

Um resumo das tendências de alteração nas fitofisionomias brasileiras em resposta aos efeitos da mudança do clima futura, e sem considerar fatores

que afetam a sensibilidade dos sistemas como fragmentação, incidência de incêndios etc, segue no quadro abaixo:

Para Amazônia e Mata Atlântica, dada a predominância de fitofisionomias ombrófilas, é esperada uma redução da área de abrangência destes Biomas;
No Cerrado, com predominância de savana, poderá ocorrer a expansão e deslocamento e redução do componente arbóreo. Para os fragmentos de floresta estacional semidecidual, redução na área de cobertura com savanização;
Para a Floresta Ombrófila Mista (com araucária) é esperada a expansão potencial da área de cobertura;
No caso da Savana-estépica (caatinga) projeta-se aumento na mortalidade de árvores, redução/ deslocamento da área de abrangência;
Para a fitofisionomia de estepe nos Pampas espera-se possível aumento do componente arbóreo e expansão de florestas;
Em relação aos manguezais e apicuns da Mata Atlântica projeta-se penetração no continente e expansão ao sul, com ampliação da área suscetível para os manguezais. Para os marismas é previsto a retração para sul;
Com relação aos recifes de coral poderá ocorrer a redução da sua área original e deslocamentos das áreas de ocorrência;
Para os ecossistemas aquáticos continentais, observa-se uma tendência de aumento da vazão dos rios das bacias da região Sul e Sudeste do país e redução nos rios do Norte e Nordeste.

## 2.5 A conservação da biodiversidade e sua relação com outros setores

Em geral, é possível identificar uma retroalimentação positiva entre as medidas de conservação da biodiversidade, a manutenção dos serviços ecossistêmicos, e o aumento da capacidade de adaptação da biodiversidade e da sociedade aos impactos da mudança do clima.

O reconhecimento do papel dos ecossistemas na provisão de serviços

ecossistêmicos e no controle da regulação do clima e de seus impactos é bastante consolidado (FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO, 2014). Serviços ecossistêmicos são serviços fornecidos direta e/ou indiretamente pelos ecossistemas, providos pelas funções ecossistêmicas (MEA, 2005) e são categorizados em: serviços de provisão, regulação, culturais, e de suporte. (FIGURA 1)

Nos últimos anos uma importante abordagem para enfrentamento dos impactos associados a mudança do clima

vem se disseminando entre os gestores e pesquisadores, justamente baseada na utilização de serviços ecossistêmicos para a redução da vulnerabilidade humana à mudança do clima, trata-se da Adaptação baseada em Ecossistemas.

A Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) faz uso da gestão, conservação e recuperação de ecossistemas, com o intuito de fornecer serviços ecossistêmicos que possibilitem à sociedade se adaptar aos impactos da mudança do clima. Dentre os benefícios das estratégias de Adaptação baseada

em Ecossistemas podemos destacar a redução da vulnerabilidade aos impactos associados a eventos gradativos e extremos provocados pela mudança do clima, além dos benefícios de múltiplas naturezas, tais como: econômicos, sociais, ambientais e culturais, melhoria da conservação de ecossistemas, manutenção ecológica da integridade ecológica dos ecossistemas, sequestro de carbono, efeitos sobre a segurança alimentar, gestão sustentável da água, e a promoção de uma visão integrada do território (FUNDAÇÃO GRUPO Boticário, 2015).



**Figura 1. Diagrama mostrando as categorias de serviços ecossistêmicos**

Os serviços que se relacionam com a redução da vulnerabilidade à mudança do clima são principalmente os de suporte e regulação. Eles podem contribuir com a adaptação em quase todos os setores e atividades econômicas, ajudando na construção do conceito de Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE).

Permanecem ainda, no entanto, algumas lacunas de conhecimento no que diz respeito a metodologias testadas e aplicadas à identificação, quantificação, valoração de serviços ecossistêmicos e lacunas de orientações metodológicas para o desenvolvimento de medidas de adaptação à mudança do clima baseadas em ecossistemas.



A fundação Grupo Boticário em seu estudo: “Adaptação Baseada em Ecossistemas” aponta oportunidades para políticas públicas em mudanças climáticas, propondo uma primeira abordagem para incorporação dos princípios de Adaptação Baseada em Ecossistemas, na elaboração e definição de políticas e ações setoriais e territoriais, por parte das instituições públicas e privadas. (FIGURA 2)

1. É necessário disseminar a compreensão do conceito de AbE e apoiar a sua incorporação no processo de elaboração e definição de ações e políticas a serem desenvolvidas por tomadores de decisão nos diversos setores identificados.

2. É importante sensibilizar os setores para a integração de abordagens de AbE e serviços ecossistêmicos às ações, planos, estratégias e políticas públicas dos setores, especialmente os mais vulneráveis e os que se beneficiam de serviços ecossistêmicos.

3. Recomenda-se desenvolver ferramentas de avaliação econômica e modelagem para apoiar que as estratégias de AbE sejam utilizadas no processo de tomada de decisão.

4. Em seguida, recomenda-se aplicar metodologias de priorização para identificar quais as medidas de adaptação geram benefícios ambientais, econômicos e/ou sociais, independentemente das incertezas atreladas às previsões, ou seja, das medidas de não arrependimento (*no regrets*).

5. Por fim, no âmbito do governo é importante desenvolver e fortalecer oportunidades de financiamento e divulgar fundos existentes. Apoiar a revisão da legislação visando incentivos econômicos (ICMS ecológico, compensação ambiental entre outros). Estimular a inclusão de AbE nos editais de agências de fomento pesquisa, assim como em fundos governamentais.

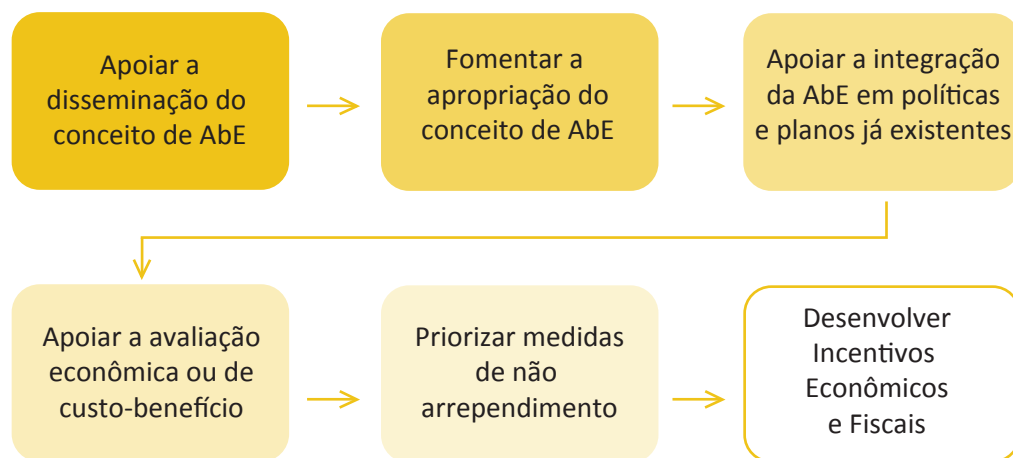


Figura 2. Incorporação de medidas de AbE nas políticas de adaptação setoriais

Uma síntese dos serviços ecossistêmicos relacionados a alguns dos setores do Plano é apresentada Quadro 4. Serviços ecossistêmicos são importantes para a sustentabilidade temporal e resiliência à mudança do clima de uma grande parte dos setores tratados neste plano e setores relevantes para a economia do país como Energia, Agricultura, Indústria, Infraestrutura e Desenvolvimento urbano. Outros recortes incluem a Segurança Alimentar, Desastres e a Saúde.

**Quadro 4. Resumo dos principais serviços ecossistêmicos que podem ser utilizados no desenvolvimento de medidas de AbE e setores beneficiados**

Unidade biodiversidade	Serviço ecossistêmico	Efeito	Setores
Ecosistemas de Florestas e Formações Vegetais Nativas	Regularização do ciclo hidrológico, Preservação de margens, Filtro contra sedimentos e poluentes, Provisão de serviços climatológicos	Conservação da quantidade e qualidade da água; Autorregulação da dinâmica de fluxos hidrológicos	Atividades econômicas dependentes de Recursos hídricos como: Energia, Agricultura, Indústria, Transportes aquaviários, Turismo Desenvolvimento urbano Bem-estar humano: Saúde, Segurança hídrica e alimentar, Populações vulneráveis
	Controle das vazões; Aumento da permeabilidade da bacia	Redução de enchentes	Redução de riscos de desastres Desenvolvimento e mobilidade urbana, Saúde, Populações vulneráveis
Ecosistemas de Florestas e Formações Vegetais Nativas	Redução da exposição do solo nu	Minimização de erosão e riscos de deslizamento em áreas declivosas	Redução de riscos de desastres Desenvolvimento urbano sustentável Populações vulneráveis
	Proteção de terras secas por vegetação típica semiárida	Minimização de desertificação	Agricultura, e Segurança alimentar, Populações vulneráveis
Ecosistemas de Florestas e Formações Vegetais Nativas	Serviços climatológicos em áreas urbanas	Minimização do efeito de ondas de calor, Amenização de aumento da temperatura, Redução dos efeitos de ilhas de calor urbanas	Desenvolvimento e mobilidade urbana Populações vulneráveis, Saúde, Bem-estar

**Quadro 4 (CONTINUAÇÃO). Resumo dos principais serviços ecossistêmicos que podem ser utilizados no desenvolvimento de medidas de AbE e setores beneficiados**

Unidade biodiversidade	Serviço ecossistêmico	Efeito	Setores
Indivíduos da fauna e flora	Conservação de espécies	Manutenção dos processos ecossistêmicos	Biodiversidade e todos os setores econômicos que dependem direta e indiretamente de serviços ecossistêmicos
	Polinização	Viabilidade de cultivos e da reprodução de espécies silvestres	Agricultura, Segurança Alimentar, Indústria, Populações vulneráveis, Biodiversidade
	Diversidade de recursos genéticos	Manipulação genética de espécies de interesse comercial	Agricultura, Segurança Alimentar e Indústria, Populações vulneráveis, Biodiversidade
	Espécies vetoras e reservatórios silvestres de doenças	Diversificação de dietas Exposição de Populações Humanas	Segurança alimentar, Populações vulneráveis Saúde, Bem-estar humano, Populações vulneráveis
Manguezais	Proteção da região costeira; Controle da flutuação da vazão de rios na região costeira e estuários; Controle de processos erosivos e movimentação da linha de costa	Redução da vulnerabilidade ao aumento do nível do mar, tempestades marinhas e eventos extremos	Redução de riscos de desastres, Desenvolvimento e mobilidade urbana, Indústria, Infraestrutura costeira e de transporte Recorte territorial da Zona Costeira
	Proteção de populações vulneráveis; Reforço às medidas de mitigação	Contribuir para a manutenção dos modos de vidas de populações tradicionais; Incremento no sequestro de carbono	Popovos e Populações Vulneráveis
Corais	Viveiros e conservação da biodiversidade marinha	Conservação de estoques pesqueiros	Segurança alimentar, Aquicultura Populações vulneráveis Recorte territorial da Zona Costeira
	Proteção da região costeira	Redução da vulnerabilidade a tempestades e eventos extremos marinhos e costeiros	Redução de riscos de desastres, Ordenamento urbano, Indústria, Infraestrutura costeira e de transporte Recorte territorial da Zona Costeira
Ecossistemas aquáticos continentais	Viveiros e conservação da biodiversidade marinha	Conservação de estoques pesqueiros	Segurança alimentar, Aquicultura Populações vulneráveis Recorte territorial da Zona Costeira
	Filtração e tratamento natural da água; Controle de erosões e enchentes; Manutenção dos ciclos biogeoquímicos, incluindo o de nutrientes; Produção primária	Conservação da qualidade da água; manutenção da fertilidade das planícies de inundação; equilíbrio da cadeia alimentar.	Recursos Hídricos e seus usuários; Saúde Segurança hídrica e alimentar, Populações vulneráveis, Desastres

## 2.6 Diretrizes e ações para adaptação

Além de um esforço de identificação da vulnerabilidade à mudança do clima, a estratégia de Biodiversidade e Ecossistemas do Plano Nacional de Adaptação sugere também algumas ações iniciais que teriam impactos importantes para a redução da vulnerabilidade. Para alcançar este resultado sabe-se que é necessário desenvolver diretrizes e ações voltadas tanto para a redução do impacto das ameaças não climáticas (medidas de não arrependimento), quanto para o aumento do potencial de adaptação das políticas públicas existentes<sup>12</sup>, através da incorporação da componente climática no planejamento, bem como, no desenvolvimento de novas ações (medidas de contágio).

### 2.6.1 Diretriz para incorporação das informações sobre a mudança do clima no planejamento e execução de políticas públicas de conservação, recuperação e uso sustentável da biodiversidade

Trata-se, na prática, da integração da informação sobre mudança do clima às políticas e programas de conservação, recuperação e uso sustentável da biodiversidade, e quando necessário, revisão e atualização de algumas políticas e programas existentes. O objetivo principal é tornar estas políticas eficazes num cenário futuro de mudança do clima. Entre as ações para atingir esta diretriz destacam-se:

---

12 No final do capítulo estão listados os programas e projetos mencionados no texto, com a instituição responsável e o link para mais informações a respeito dos mesmos.

**1.** Produzir e disseminar as informações sobre o impacto da mudança do clima na biodiversidade para propiciar a sua integração em políticas públicas de conservação, recuperação e uso sustentável da biodiversidade, e de combate ao desmatamento, de forma à promover a redução da sua vulnerabilidade (ex.: Cadastro Ambiental Rural, Criação e gestão de Unidades de Conservação, Metas Nacionais de Biodiversidade para 2020; Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade; Zoneamento Ecológico Econômico; Planos de ação para espécies ameaçadas; Medidas de conservação *ex situ*; Plano de Combate à Desertificação, Planos de Combate ao Desmatamento);

**2.** Implementar o monitoramento da biodiversidade para avaliar e acompanhar *in situ* as projeções de modelagens de alterações na distribuição das espécies e nos padrões de locais de ocorrência em resposta à mudança do clima; amparando a atualização de medidas de conservação;

**3.** Desenvolver planos de ação para combate a incêndios para os biomas, e especialmente para Unidades de Conservação (UCs), que são áreas especialmente sensíveis por concentrarem parte significativa da biodiversidade, integrando a informação sobre mudança do clima nas medidas e ações de prevenção e controle dos incêndios e queimadas;

**4.** Desenvolver estudos de análise da vulnerabilidade para apoiar na elaboração de uma estratégia de AbE, considerando escalas locais e regionais;

**5.** Desenvolver estudos de identificação de áreas vulneráveis potenciais para implementação de medidas de AbE com foco em eventos extremos como inundações, deslizamentos, secas e estiagens;

**6.** Aprofundar o conhecimento sobre as metodologias de Adaptação baseada em Ecossistemas para apoiar na incorporação da AbE em políticas e ações de redução da vulnerabilidade entre os diversos setores do PNA, e especificamente no setor de desastres;

**7.** Atualizar as listas de espécies ameaçadas considerando informações de sensibilidade à mudança do clima; rever as medidas de conservação *ex situ*, de forma a incluir espécies ameaçadas pelas mudanças do clima e fortalecer medidas destinadas a conservar espécies.

A maior parte das medidas aqui propostas atuam e são monitoradas em escala de paisagem e de ecossistema. Para a conservação em nível de espécie destacam-se a incorporação da informação sobre mudança do clima nos planos de ação para espécies ameaçadas, as medidas de conservação *ex situ*, e medidas de gestão pesqueira.

## 2.6.2 Diretriz e ações para medidas de não arrependimento

Parte das medidas de não arrependimento para a redução da vulnerabilidade da biodiversidade à mudança do clima baseia-se no fortalecimento e ampliação de ações existentes de conservação da biodiversidade. Uma lista de ações que apoiam o alcance desta diretriz segue abaixo:

1. Fortalecer as medidas de conservação, recuperação e uso sustentável da biodiversidade visando o aumento da conectividade entre remanescentes dos ecossistemas e a consolidação de Unidades de Conservação, refletindo a gestão florestal integrada da paisagem e propiciando a redução da vulnerabilidade da biodiversidade;
2. Implementar programas de monitoramento do desmatamento para todos os biomas brasileiros, com divulgação de dados com frequência mínima anual, nos moldes do Projeto de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal (PRODES) e do Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real da Amazônia (DETER); conclusão e implementação do Plano para a Caatinga (PPCaatinga) e a elaboração e implementação de planos para os demais biomas;
3. Ampliar o Programa de Monitoramento de Uso da Terra, como o TERRACLASS, para todos os biomas brasileiros;
4. Fortalecer as políticas e ações de conservação dos ecossistemas aquáticos, propiciando a manutenção da conectividade desses ambientes e do regime de vazões adequadas aos processos ecológicos das espécies dependentes;
5. Ampliar as Unidades de Conservação costeiras e marinhas, abrangendo a diversidade de ambientes existentes e conservando seus serviços ecossistêmicos;
6. Fortalecer medidas de gestão pesqueira para conservação e uso sustentável dos recursos, considerando a vulnerabilidade das espécies de peixes associadas a ambientes coralíneos, manguezais e estuários;
7. Implementar o monitoramento dos ecossistemas costeiros e marinhos e sistemas de informação associados de forma a acompanhar os impactos da mudança do clima sobre estes sistemas.



A criação de novas Unidades de Conservação deve priorizar a adaptação às mudanças nos biomas Caatinga, Cerrado, Pantanal e Pampa, além da zona costeira e marinha, abrangendo especialmente manguezais e ecossistemas de corais, já que estes sistemas têm maior defasagem em relação ao cumprimento das metas internacionais e nacionais relacionadas com áreas protegidas.

### 2.6.3 Diretriz para arranjo institucional

Entre as diretrizes para apoiar a implementação do capítulo, também observam-se desafios de natureza institucional. É necessário empreender esforços para a criação de uma estrutura institucional coordenadora que integre as diversas ações e políticas voltadas para gestão da biodiversidade, tais como a redução do desmatamento, a conservação da biodiversidade e a recuperação da vegetação nativa, e informações sobre os impactos da mudança do clima. É desejável que o arranjo institucional proposto possibilite

uma estrutura central de governança, que integre e monitore a implementação das medidas do plano, respeitando as responsabilidades e ações diferenciadas de cada uma das instituições envolvidas. Este arranjo de coordenação deve ser amparado por sistemas de informação e monitoramento também integrados.

### 2.6.4 Diretriz e ações para gestão do conhecimento

A diretriz para gestão do conhecimento refere-se à necessidade de produzir conhecimento para amparar a tomada de decisão. A definição de ações prioritárias para alcançar esta diretriz baseou-se em identificação de lacunas de conhecimento com o apoio da Rede Bioclima, formada por pesquisadores e técnicos de órgãos de gestão ambiental do governo federal. É esperado que tal diretriz resulte em orientações a serem consideradas na revisão de editais de pesquisa e na elaboração de sistemas de gestão do conhecimento em clima e biodiversidade.

1. Promover a criação e implementar sistemas de gestão da informação que integrem as informações sobre desmatamento, uso do solo, recuperação da vegetação nativa, e biodiversidade; em plataformas integradas de informação, conciliando bases de dados dos órgãos ambientais, dados de órgãos de pesquisa e informações sobre mudança do clima (ex.: Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr), Portal da Biodiversidade, entre outros);
2. Ampliar os editais para estudos e pesquisas observacionais voltadas para análise da relação entre clima e biodiversidade em nível de espécies;
3. Ampliar o número de parâmetros de clima modelados nos esforços de regionalização de cenários;

4. Criar linhas e editais de pesquisa específicos para identificação e valoração de serviços ecossistêmicos e para o fomento a pesquisas e estudos de caso para testes de metodologias em Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE);
5. Ampliar os editais de pesquisa de longo prazo sobre mudança do clima e biodiversidade, para possibilitar que pesquisadores colaborem com iniciativas de monitoramento; e empreender esforços para institucionalização e perenização das iniciativas existentes e novas que venham a ser desenvolvidas; de monitoramento da biodiversidade e de dados ambientais;
6. Orientar as pesquisas para um grupo de populações-alvo como espécies de interesse comercial (pesca, madeira e pragas agrícolas), espécies ameaçadas, invasoras, endêmicas, e grupos que desenvolvem funções ecossistêmicas como polinizadores e dispersores;
7. Fomentar pesquisas para o aprimoramento de técnicas de recuperação da vegetação nativa em ecossistemas não florestais, que têm sido menos estudados, visando maior eficiência e menor custo;
8. Avaliar indicadores biológicos tais como índices de estresse hídrico da vegetação como indicador integrador do impacto da mudança do clima sobre a biodiversidade em escala de ecossistema;
9. Ampliar o número de pesquisas e centros de referência atuando no registro e coleta de informações genéticas de espécies ameaçadas, domesticadas, parentes silvestres, variedades e raças tradicionais de espécies de interesse comercial em coleções ex situ, vivas ou em bancos genéticos.

### 2.6.5 Metas e Ações Prioritárias

No volume 1 do PNA foram identificadas algumas metas prioritárias pactuadas para diversos setores contemplados no PNA. Essas metas representam ações cuja implementação teria efeitos de escala, e se baseiam no planejamento e nas

capacidades institucionais dos diversos setores. Na estratégia de biodiversidade, três ações foram selecionadas entre as medidas de contágio e de não arrependimento como prioritárias, e deverão ser implementadas ao longo da vigência do presente plano:

1. Elaborar uma estratégia para desenvolver medidas de Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) em áreas de risco a eventos extremos e outros impactos da mudança do clima.
2. Desenvolver estudos de modelagem de impacto da mudança do clima sobre a biodiversidade para uso pelas diversas políticas públicas de conservação, recuperação e uso sustentável da biodiversidade.
3. Implementar programa de monitoramento em 50 unidades de conservação federais, para avaliar e acompanhar *in situ* os impactos da mudança do clima atuais e futuros sobre a biodiversidade.

As metas encontram-se direta ou indiretamente contempladas entre as medidas de não arrependimento, as medidas de contágio e de gestão do conhecimento listadas anteriormente neste capítulo. A seguir, apresenta-se o detalhamento das metas:

Objetivo 3. Identificar e propor medidas para promover a adaptação e a redução do risco climático	Estratégia Setorial e Temática: Biodiversidade e Ecossistemas		
	Meta 3.3	Iniciativas	Responsável
	Estratégia de medidas de Adaptação baseada em Ecossistemas em áreas de risco a eventos extremos e outros impactos da mudança do clima elaborada.	Definir grupo de trabalho;	MMA
		Identificar áreas potenciais para implementação de medidas de Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE);	
		Elaborar a estratégia em conjunto com entes governamentais, setor privado e sociedade civil.	
	Indicador/ Monitoramento:	Porcentagem da estratégia elaborada;	
		Critérios definidos para implementação de medidas de AbE em áreas de risco.	
	Impacto:	Fortalece as políticas existentes do governo para recuperação e conservação de ecossistemas e da vegetação nativa;	
		Apoia na redução de risco à desastres;	
		Apoia na redução da vulnerabilidade geral da população à mudança do clima;	
Promove identificação, promoção e conservação de serviços ecossistêmicos;			
	Fomenta o aumento da resiliência a mudança do clima nas cidades e regiões metropolitanas, em especial aos impactos das inundações e deslizamentos.		

**Objetivo 3. Identificar e propor medidas para promover a adaptação e a redução do risco climático**

<b>Meta 3.4</b>	<b>Iniciativas</b>	<b>Responsável</b>
Modelagem de impacto da mudança do clima sobre a biodiversidade elaborada para uso por políticas públicas de conservação, recuperação e uso sustentável da biodiversidade.	Identificar o impacto da mudança do clima sobre a biodiversidade;	MMA
	Fomentar a incorporação do risco climático nas políticas existentes de conservação, recuperação e uso sustentável da biodiversidade.	
Indicador/ Monitoramento:	Número de cenários e mapas disponibilizados em formato adequado para subsídio a políticas públicas de biodiversidade;	
	Número de políticas públicas de gestão da biodiversidade que incorporam a modelagem climática;	
	Número de servidores de órgãos governamentais e não governamentais capacitados.	
Impacto:	Promove a incorporação da informação sobre mudança do clima nas políticas dos setores envolvidos;	
	Integra a informação sobre mudança do clima ao processo de elaboração de medidas de ação em gestão da biodiversidade, aumentando a eficácia destes instrumentos;	
	Aumento da capacidade do Brasil para enfrentar os aspectos negativos das mudanças climáticas, em especial dos impactos que afetam a biodiversidade e a provisão de serviços ecossistêmicos, ao promover a lente climática nestas políticas.	

Objetivo 3. Identificar e propor medidas para promover a adaptação e a redução do risco climático	Estratégia Setorial e Temática: Biodiversidade e Ecossistemas		
	Meta 3.5	Iniciativas	Responsável
	Monitoramento implementado em 50 unidades de conservação federais, para avaliar e acompanhar in situ os impactos da mudança do clima atuais e futuros sobre a biodiversidade.	Desenvolver e implementar programa de monitoramento in situ da biodiversidade em ecossistemas terrestres em 40 Unidades de Conservação (UCs), contemplando os diferentes biomas, e em 10 UCs localizadas em ecossistemas marinho-costeiros, com ênfase em ecossistemas críticos, como recifes e manguezais.	ICMBIO
	Indicador/Monitoramento:	Número de unidades de conservação com monitoramento implementado e mantido/ ano.	
		Número de diagnósticos de biodiversidade nas UCs monitoradas;	
		Número de relatórios de relação entre biodiversidade e clima e análise de tendências, incluindo relatórios para formações/ táxons específicos;	
		Sistema de alerta implementado e relatórios de alerta a partir de sua implementação;	
	Impacto:	Agrega informações sistemáticas de monitoramento sobre espécies ameaçadas e biodiversidade em unidades de conservação subsidiando a relação entre análises climáticas e biodiversidade;	
		Permite avaliação da contribuição das UCs na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas;	
		Aumenta a capacidade de resposta local - pelo fato do monitoramento ser participativo, em nível local, e envolver numerosas instituições, permite a adoção de medidas de adaptação em nível local, com respostas rápidas;	
		Aumenta a capacidade de resposta em escala regional e nacional- pelo fato da iniciativa articular diversas outras, como Serviço Florestal Brasileiro (grade de inventário); sistema Rapeld; RedeLep e dispor de sistema de fluxos, armazenagem e disponibilização de dados.	

## Lista de Colaboradores que apoiaram na elaboração do Capítulo de Biodiversidade e Ecossistemas

<b>Coordenação: Ministério do Meio Ambiente</b>	<p><b><i>Karen Silverwood-Cope</i></b> Diretora de Licenciamento e Avaliação Ambiental da Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQ)</p> <p><b><i>Pedro Christ</i></b> Diretor Substituto de Licenciamento e Avaliação Ambiental da Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQ)</p> <p><b><i>Carlos Scaramuzza</i></b> Diretor da Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF)</p>
<b>Autores:</b>	<p>Ronaldo Weigand Junior (Consultor) Mariana Egler (MMA) João Artur Seyfarth (MMA) Adriana Brito (MMA) Jennifer Viezzer (MMA)</p>
<b>Colaboradores:</b>	<p>Rafael Loyola (UFG) Ana Luisa Albernaz (MCTI) Marina Zanin (MPEG) Rafael Luis Fonseca (Consultor) Daniela Ámerica (MMA) Christiane Holvorcem (GIZ) Lara Cortes (ICMBio) Juliana Faria (MMA) Paula Pereira (MMA) Martin Becher (GIZ) Mário Soares (UERJ) Guilherme Karan (Fundação Grupo Boticário) Juliana Baladelli (Fundação Grupo Boticário) Eduardo Canina (WWF) Fabio Scarano (UFRJ/FBDS) Katia Torres Ribeiro (ICMBIO) Rodrigo Silva Pinto Jorge (ICMBIO) Ana Elisa de Faria Bacellar (ICMBIO) Vinicius Scofield (MMA/SBF) Bianca Chaim Mattos (MMA/SBF) Armin Deitenbach (GIZ)</p>



# Estratégia de Cidades



**Plano Nacional de Adaptação  
à Mudança do Clima**



### 3.1 introdução

O desenvolvimento de políticas públicas urbanas com base em abordagens integradas é um processo recente, que responde aos desafios de considerar de maneira coordenada e sinérgica as diferentes ações e programas setoriais, e seus impactos sobre a dinâmica de uso e transformação do espaço urbano. O Ministério das Cidades é o ponto focal da presente Estratégia de Cidades do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima e foi criado com a missão de melhorar a elaboração, implementação e gestão de políticas públicas voltadas para o recorte territorial urbano. Na prática busca através dos seus programas e ações tornar as cidades mais humanas, social e economicamente justas, e ambientalmente sustentáveis, por meio da gestão democrática e integração de políticas públicas de planejamento urbano, habitação, saneamento, mobilidade urbana, acessibilidade e trânsito de forma articulada com os entes federados e a sociedade.

Políticas de desenvolvimento urbano podem estar entre os meios mais efetivos de adaptação à mudança do clima no contexto das cidades, sobretudo por meio de uma abordagem

sistêmica que trata de problemas atuais, ao mesmo tempo em que antecipa problemas futuros. Essa abordagem integrada se torna viável na medida em que o conhecimento científico avança e as incertezas a respeito da mudança do clima diminuem.

De forma geral, há consenso de que as cidades que apresentam processo de planejamento urbano participativo, que garante a gestão democrática, a moradia adequada, os serviços de saneamento básico (abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos urbanos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas), além de um sistema viário de qualidade e serviços de proteção e defesa civil, são inerentemente mais resilientes à maioria dos impactos das mudanças do clima (OLIVEIRA E MOREIRA, 2006).

Não obstante, deficiências no planejamento urbano, em habitação, infraestrutura e serviços, principalmente quando se sobrepõem com a exposição das populações que residem em áreas inadequadas, são importantes fatores que contribuem para o aumento do risco em áreas urbanas. Estas deficiências estão associadas, em muitos municípios

brasileiros, ao acelerado crescimento urbano, que afeta diretamente a capacidade das administrações locais de enfrentarem os impactos dos eventos climáticos, devido a dificuldade dos governos proverem infraestrutura urbana adequada e serviços públicos a custos não proibitivos à generalidade da população (UN-HABITAT, 2009).

Grande parte das cidades brasileiras já apresenta problemas socioambientais associados a padrões de desenvolvimento e transformação do espaço. A mudança do clima tende a acentuar os riscos relacionados aos perigos já existentes, como as inundações, deslizamentos de terra, ondas de calor e limitações no suprimento de água doce.

Historicamente, as mudanças no comportamento climático e dos eventos extremos são temas pouco explorados pelas diferentes esferas de governo, de modo que o desenvolvimento urbano, gestão de riscos e adaptação à mudança do clima são normalmente considerados de forma separada. Nos últimos anos, o Brasil avançou na implementação de políticas públicas de desenvolvimento urbano que relacionam o planejamento urbano e a gestão de riscos na perspectiva da prevenção. Mais recentemente, vem sendo incorporadas considerações acerca da mudança do clima.

Dentre os efeitos da mudança

do clima que estão expostos no Volume I deste PNA, são de interesse ao presente tema aqueles referentes ao aumento da temperatura da superfície da terra. Dependendo do cenário climático este aumento poderá significar um incremento de temperatura que varia de 2 a 4 °C, em algumas regiões do país ao final do século XXI. Este aumento de temperatura poderá modificar os fluxos de umidade, além de tornar a atmosfera mais propícia ao desenvolvimento de eventos extremos. Observa-se então o risco do aumento na frequência e intensidade de eventos pluviométricos extremos nas regiões mais urbanizadas e povoadas do Brasil, especialmente o Sul, Sudeste e grande parte da costa brasileira.

Essas evidências, somadas às de outros estudos de âmbito global, indicam que a variabilidade climática já impõe um desafio importante à sociedade, e mudanças no clima futuras parecem inevitáveis. Isto torna imprescindível o desenvolvimento de estratégias de adaptação, chamando a atenção para questões éticas e de justiça social.

Apesar de todos serem afetados de alguma forma, os impactos da mudança do clima atingem principalmente os mais pobres. Marengo (2009) ressalta que algumas comunidades e assentamentos precários já se encontram sob o estresse da variabilidade climática e dos eventos extremos, e estes podem ser especial-

mente vulneráveis à mudança do clima, porque se concentram nas áreas de risco relativamente alto, com limitado acesso à serviços e a outros recursos. Nestas condições, os problemas são agravados a medida que a carência de recursos reflete-se em uma baixa capacidade de resposta, incrementando a vulnerabilidade aos cenários de impactos mais intensos, e às condições mais severas de clima. Isto requer uma colaboração interinstitucional e conjunta para criar políticas sociais, estratégias e programas integrados de adaptação que sejam eficazes e de longo alcance em todo o país. Neste sentido, o PNA se encaixa como um instrumento não só de direcionamento das diretrizes e ações, mas também de articulação inter-setorial e intergovernamental.

Um aspecto fundamental na implementação da política nacional de desenvolvimento urbano está relacionado à consonância das ações da União com as dos demais entes federativos (estados e municípios), demais poderes do Estado (legislativo e judiciário), além da participação da sociedade visando a coordenação e a integração dos investimentos e ações nas cidades do Brasil, dirigidos à diminuição da desigualdade social e à sustentabilidade ambiental.

Diante do exposto, este capítulo tem como objetivos: **considerar a lente climática no âmbito das políticas públicas para o planejamento e de-**

**envolvimento urbano e; identificar ações de “não arrependimento” que contribuam diretamente para a redução da vulnerabilidade à mudança do clima e o desenvolvimento de cidades resilientes.**

No decorrer dessa estratégia setorial serão apresentadas as principais características das cidades brasileiras, bem como as ações e políticas atuais no âmbito do Governo Federal que vão ao encontro das premissas citadas anteriormente, como forma de identificar as diretrizes básicas para promoção da adaptação à mudança do clima no contexto do desenvolvimento urbano e temas relacionados.

### **3.2 Principais vulnerabilidades das cidades brasileiras no contexto da mudança do clima**

A grande extensão territorial do Brasil traz consigo uma variedade de características geográficas, ambientais e climáticas que, por sua vez, conciliam e correlacionam diferentes níveis de desenvolvimento econômico, social e urbano entre os municípios brasileiros. O histórico de desenvolvimento do país também se reflete sobre a diversidade de configurações urbanas, especialmente entre micro e macrorregiões, que são, social e economicamente heterogêneas.

Tal heterogeneidade possui

desdobramentos sobre a resiliência dos municípios e sua capacidade de adaptação à mudança do clima, os quais também estão intimamente relacionados aos aspectos de governança e de gestão democrática (OLIVEIRA e MOREIRA, 2006). Sob o olhar urbano, os governos locais podem lidar de forma mais eficiente com a infraestrutura e serviços públicos essenciais para o bem-estar da população, além de serem capazes de regular e controlar ações de indivíduos e empresas em nível local (SATTERTHWAITE et al., 2007).

Os impactos provenientes das ameaças climáticas também são variáveis no território brasileiro, tornando as análises acerca dos riscos ainda mais complexas, especialmente quando considerados os efeitos da mudança do clima para o presente e, sobretudo, para períodos futuros.

Como forma de nortear as discussões dos próximos itens, o quadro 5 apresenta uma síntese das principais características dos municípios brasileiros que são relevantes para traçar as diretrizes de adaptação, levando em consideração o cenário atual dos riscos urbanos e o contexto da mudança do clima. Nota-se que são necessárias diferentes abordagens para promover a adaptação nas cidades brasileiras, pois os riscos inerentes aos eventos climáticos variam em diversos aspectos, sendo

necessário ter o conhecimento específico dos principais fatores determinantes para definir medidas de adaptação em nível municipal. Entretanto, para indicar as diretrizes desta estratégia de adaptação, será feita uma abordagem nacional, cabendo aos gestores municipais e ao setor privado protagonismos em escala local.

Conforme mencionado, as características municipais são determinantes para definir de que forma a mudança do clima afetará determinado sistema urbano. Nesse contexto, uma informação relevante para identificar diretrizes para adaptação está relacionada ao fato de que os municípios com mais de 100 mil habitantes representam apenas 5% (283) do total de municípios brasileiros (5.565), de acordo com o CENSO de 2010 (IBGE, 2011), embora acomodem mais da metade da população brasileira – 54,7% (104,4 milhões de pessoas).

Nesse aspecto, a aplicação de recursos públicos em tais municípios, incluindo metrópoles, pode potencializar a ampliação do acesso às melhorias na infraestrutura urbana, inclusive os serviços de saneamento básico e habitação, favorecendo, em princípio, a redução da vulnerabilidade de grupos afetados em maiores proporções. Tal consideração, no entanto, não afasta a necessidade de investimentos públicos em municípios de médio e pequeno porte a fim de suprir

carências de infraestrutura, especialmente quando se consideram as micro e macrorregiões em que estão inseridos, face, em particular, à atuação estatal corretiva, no que se refere à redução das desigualdades inter e intrarregionais.

Nas cidades de maior porte, a desigualdade social e a lógica de maximização de ganhos imobiliários durante as últimas décadas aumentaram demasiadamente a exposição de grande parte da população que, na falta de recursos e alternativas, passou a habitar áreas de risco. Somando-se às diferentes ameaças oriundas da mudança do clima, os riscos urbanos tornam-se ainda mais acentuados nestes casos.

Por muitas vezes, estas mesmas cidades também contam com alta densidade demográfica que, de forma geral, aumenta significativamente os prejuízos potenciais, especialmente nos assentamentos informais (UN-HABITAT, 2003; UTZINGER e KEISER, 2006). Devido à sua localização, estes assentamentos são frequentemente expostos a riscos hidrometeorológicos como deslizamentos de terra e inundações (NATHAN, 2008; BERTONI, 2006; COLTEN; ZHRAN et al., 2008).

As vulnerabilidades para estes casos, estão relacionadas especificamente às questões de saúde, insegurança alimentar, acesso insuficiente à subsistência, falta de oferta de serviços

básicos e a baixa capacidade dos gestores em orientar o progresso e iniciativas de adaptação de uma forma abrangente, preventiva e inclusiva (IPCC, 2012).

O quadro a seguir representa um exercício de categorização das cidades brasileiras com base em porte, principais componentes da exposição à mudança do clima e da vulnerabilidade. Seu conteúdo não é exaustivo e tem como objetivo ilustrar e orientar o desenvolvimento de diretrizes de adaptação e estudos futuros que deverão complementar o conhecimento ainda insipiente.

**Quadro 5. Caracterização dos municípios brasileiros quanto aos aspectos demográficos (CENSO, 2010) e de riscos urbanos, no contexto de mudança do clima**

Tamanho	População	Municípios		População		Localização Geográfica	Principais Vulnerabilidades	Exposição
		Qtde.	%	milhões hab.	%			
Pequeno Porte	< 50mil	4.957	89,07%	64,01	33,6%	Região Norte, Semiárido, grande parte do Centro-Oeste, Norte e Nordeste de MG, Sul da BA, interior do PR e Sul do RS	Menos recursos para infraestrutura e serviços básicos. Limitadores de desenvolvimento e alta vulnerabilidade socioeconômica. Pobreza. Problemas de saneamento	Principalmente às secas e cheias. Eventualmente a inundações bruscas. Doenças de veiculação hídrica. Alto crescimento que pode aumentar a exposição a outros perigos
Médio Porte	50mil até 100mil	325	5,84%	22,31	11,7%	SP, RJ, Centro-Sul de MG, Oeste do PR, SC e RS, porção Norte do RS, grande parte do litoral que vai do RS até o CE, eixo entre DF	Muito variável. No geral possuem mais recursos que os pequenos. Quanto maior o município, maior aderência a instrumentos de planejamento urbano. Eventuais problemas consistem de drenagem e saneamento.	Habitações e atividades econômicas em áreas de risco (inundações e movimentos de massa) que caracterizam diferentes graus de exposição, conforme as limitações do uso da terra. Contágio de doenças de veiculação hídrica e, dependendo do caso, de doenças respiratórias
Grande Porte	100mil até 500mil	245	4,40%	48,57	25,5%	- Palmas (TO) - Belém (PA) - Manaus (AM). Regiões espalhadas no MA, MT, e RO, algumas capitais e regiões metropolitanas		
	500 mil até 1milhão	23	0,41%	15,71	8,2%	Algumas capitais e polos industriais e de desenvolvimento, sobretudo no Sudeste e Sul e Nordeste.	Possuem mais recursos e capacidade para lidar com problemas estruturais e de serviços básicos. Forte desigualdade social e consequentes problemas de habitação normalmente ligados aos de saneamento. Inadequação do Sistema de Drenagem devido a intensa impermeabilização. Consequente contaminação dos recursos hídricos	Alta exposição à inundações bruscas, enxurradas e alagamentos; movimentos de massa e crises hídricas ligadas ao abastecimento urbano. Doenças respiratórias, desconforto térmico, agravamento de quadros de saúde e propagação de algumas doenças de veiculação hídrica
Metrópoles	> 1 milhão	15	0,27%	40,16	21,1%	Capitais de SP, RJ, BA, CE, MG, AM, PR, PE, RS, PA, GO, MA e DF, e outras duas cidades do Estado de São Paulo		

Existe uma ampla variedade de comportamentos observados na ocupação urbana com influência direta no risco associado à mudança do clima. A urbanização de fundos de vales e canalização de rios também são características comuns em várias cidades brasileiras. No caso das cidades de médio e grande porte caracterizadas pela expansão urbana para além das planícies fluviais, produziu bairros com alta densidade demográfica e com áreas verdes escassas. A supressão de vegetação se reflete em temperaturas mais elevadas nas superfícies edificadas e, ao mesmo tempo, estas áreas tornaram-se sujeitas à enchentes e inundações devido à impermeabilização do solo (PMSP, 1999a; DAEE, 2009). Nestes casos há risco de ocorrência de desastres em razão das respostas de bacias urbanas altamente impermeabilizadas a eventos de precipitação intensa, resultando em inundações bruscas ou enxurradas durante as quais as vias tornam-se caminhos preferenciais de escoamentos de elevada energia, capazes de desequilibrar e transportar pessoas e até mesmo veículos, mesmo com profundidades de inundação relativamente baixas (DAEE, 2009).

Em relação à infraestrutura viária e à drenagem urbana, o urbanismo brasileiro foi muito influenciado pelo conceito de avenidas sanitárias, que frequentemente conduz à canalização de

cursos d'água como forma de absorver e transferir para jusante os escoamentos excedentes gerados pela impermeabilização de solos. Os cursos d'água acabaram se tornando meios receptores de escoamentos superficiais e de diversas cargas de poluição, incluindo aquelas provenientes de insuficiências em outros serviços urbanos, como por exemplo, gestão de resíduos sólidos urbanos ou inexistência de interceptores de esgotos (NASCIMENTO et al., 2006; BAPTISTA e NASCIMENTO, 2002).

Por outro lado, os dados apresentados no Quadro 5 indicam que os municípios de menor porte estão localizados, na sua grande maioria, nas regiões com menores taxas de urbanização (Norte, Nordeste e Centro-Oeste, nesta ordem), fazendo com que a configuração das cidades seja diferente das demais. Nestes casos, os recursos públicos são menores e normalmente existem outras necessidades setoriais básicas para o seu desenvolvimento, as quais são tomadas como prioritárias, como por exemplo, os setores de saúde e educação. Enquadram-se neste contexto quase 90% dos municípios brasileiros, que acomodam cerca de um terço da população brasileira.

Para estes municípios, a exposição da população está relacionada a processos climáticos de evolução gradual, como as secas e as cheias, que são mais



abrangentes espacialmente. Dessa forma, o vetor *exposição* não corresponde a um problema específico de planejamento urbano, pois está mais relacionado a processos de ocupação territorial em escala regional e de migração. Por outro lado, as vulnerabilidades socioeconômicas são mais elevadas, podendo se acentuar em casos específicos onde as condições de saneamento, infraestrutura e moradia são precárias. Para estes casos, o Relatório Especial sobre Gestão dos Riscos de Eventos Extremos e Desastres para Adaptação às Mudanças do Clima (SREX)(IPCC, 2012) ressalta que a mudança do clima é um fator adicional que contribui para os impactos relacionados a estes eventos, sendo as vulnerabilidades locais os principais fatores determinantes do risco.

Dessa forma, para os municípios de menor porte a adaptação deve ser promovida prioritariamente como um indutor da diminuição das vulnerabilidades, especialmente no âmbito socioeconômico, proporcionando também oportunidades relacionadas ao desenvolvimento sustentável em seu sentido mais amplo. Como consequência, nos períodos futuros estes municípios podem ter condições de avançar na garantia de espaços urbanos melhor planejados e ordenados, onde a resiliência local - referente aos perigos climáticos naturais que historicamente os afetam - será suficientemente importante para minimizar

os impactos da mudança do clima.

Em termos do crescimento e da expansão urbana recente, destacam-se dois processos que são de interesse nas abordagens de planejamento urbano relacionadas a adaptação: fragmentação e verticalização. Principalmente nas cidades com maior crescimento, em sua maioria as de pequeno porte do Norte, Nordeste e Centro-Oeste, as áreas de expansão urbana apresentam um crescente processo de fragmentação e dispersão da urbanização sobre espaços rurais e produtivos, bem como sobre localidades com importantes funções ambientais, como áreas de proteção de mananciais e encostas e de recarga de aquíferos. Estas pressões podem tornar mais graves a desigualdade social e a degradação ambiental.

Nas áreas já consolidadas, realidade mais presente em cidades de médio e grande porte, há uma crescente verticalização das regiões centrais e mais valorizadas, assim como um permanente adensamento das periferias, agravando as condições de salubridade socioambiental, permeabilidade do solo, coabitação e uso intensivo dos lotes (PBMC, 2014).

Em resumo, muitos dos riscos já presentes em regiões urbanas tendem a se agravar em um cenário futuro de mudança do clima. Impactos podem ser minimizados ou evitados por meio de

medidas de adaptação de não arrependimento dirigidas à redução dos riscos já existentes e à promoção de diretrizes que favoreçam e fortaleçam políticas de planejamento e desenvolvimento urbano.

### **3.3 Panorama geral das principais ações e políticas de desenvolvimento urbano que favorecem a adaptação**

Este item apresenta uma síntese das principais ações e instrumentos relacionados ao planejamento e desenvolvimento urbano, estejam eles em curso ou previstos em políticas públicas. O objetivo deste tópico é apresentar aspectos da atuação governamental que contribuem para redução das vulnerabilidades apresentadas anteriormente.

#### **3.3.1 Aspectos gerais**

Segundo o modelo federativo brasileiro, a União, os estados e os municípios são entes autônomos, cujas esferas de competência decorrem da Constituição Federal (CF), cabe à União instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive para saneamento básico e transportes urbanos (art. 21, XX). De acordo com a Constituição Federal, compete aos municípios prover os serviços de interesse local. Neste aspecto, a execução da política de desenvolvimento urbano é de atribuição do poder público municipal, tendo por

objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes, nos termos do art. 182, *caput*, CF.

Em regulamentação às disposições constitucionais, o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) estabeleceu as diretrizes gerais da política urbana, reconhecendo, como uma de suas diretrizes gerais, a garantia do direito às cidades sustentáveis, entendido como o direito à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte, dentre outros serviços (art. 2º, I). Tais diretrizes convergem com as premissas básicas de adaptação em centros urbanos e são importantes para a redução dos riscos, na diminuição das vulnerabilidades relacionadas à mudança do clima sob vários aspectos, além de tornar as cidades mais resilientes.

Diante de tais quadros normativos, cabe destacar a importância da cooperação e coordenação intergovernamental, especialmente quando se considera que os grandes e complexos problemas urbanos dependem de gestão compartilhada e medidas de cooperação administrativa, especialmente em temas como bacias hidrográficas, aglomerações urbanas e regiões metropolitanas. O Estatuto da Metrópole (Lei nº 13.089/2015) estabelece diretrizes para o planejamento, a gestão e a execução das funções públicas de interesse

comum em regiões metropolitanas e em aglomerações urbanas instituídas pelos estados, além de normas gerais sobre o plano de desenvolvimento urbano integrado e outros instrumentos de governança interfederativa, bem como critérios para o apoio da União às ações que envolvam governança no campo do desenvolvimento urbano.

Conforme o contexto constitucional apresentado, é necessário adotar sistemas integrados de planejamento e gestão urbana e ambiental, compatibilizando os principais instrumentos de planejamento local existentes, como o Plano Diretor Municipal, o Plano de Bacia Hidrográfica, o Plano Ambiental Municipal, a Agenda 21 Local, o Plano de Gestão Integrada da Orla, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, o Plano Municipal de Saneamento Básico, o Plano Municipal de Redução de Riscos, Plano de Mobilidade e Plano Local de Habitação de Interesse Social. Essa integração é importante, uma vez que todos os planos setoriais ligados à qualidade de vida no processo de urbanização também constituem instrumentos de planejamento ambiental, os quais são imprescindíveis para diminuir a sensibilidade dos municípios a impactos futuros, além de aumentar sua capacidade de adaptação.

### **3.3.2 Políticas urbanas setoriais do governo federal como indutores da capacidade de adaptação**

Entre os desafios propostos ao governo no Estatuto da Cidade está o de atuar para reverter uma característica marcante das cidades brasileiras e comum em outras tantas cidades do mundo: a segregação espacial. Bairros abastados que dispõem de áreas de lazer, equipamentos urbanos modernos coexistem com imensos bairros periféricos e favelas marcadas pela precariedade ou total ausência de infraestrutura, irregularidade fundiária, riscos de inundações e escorregamentos de encostas, vulnerabilidade das edificações e degradação de áreas de interesse ambiental. O governo brasileiro sinalizou suas intenções de mudança deste quadro com a criação do Ministério das Cidades, em 2003. Tal Ministério recebeu a incumbência de apoiar estados e municípios na formulação de novo modelo de desenvolvimento urbano que engloba habitação, saneamento, mobilidade, acessibilidade e programas urbanos.

No âmbito nacional, o Ministério das Cidades atua precipuamente em quatro grandes áreas que contribuem diretamente para a redução da vulnerabilidade atual e indiretamente para a redução da vulnerabilidade futura em um cenário de mudança do clima.

A primeira grande área está

relacionada ao planejamento urbano e à implementação do Estatuto das Cidades, além de disseminar a metodologia e apoiar processos participativos de elaboração e implementação de Planos Diretores Municipais, bem como a promoção da Campanha Nacional de Planos Diretores Participativos. O Plano Diretor Municipal (PD) é uma lei municipal e parte integrante do processo de planejamento do município, sendo o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, devendo englobar o território municipal como um todo (Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257/2001), obrigatório para os municípios com população superior a 50 mil habitantes.

A segunda área de atuação está relacionada à habitação social. Para o enfrentamento da questão habitacional, o Brasil possui hoje três instrumentos que contribuem na redução da vulnerabilidade à mudança do clima: 1) as ações de urbanização de assentamentos precários, como estratégia para recuperar o passivo social relacionado ao déficit habitacional acumulado; 2) a produção de habitação social em escala, como estratégia para atacar o déficit habitacional acumulado e a demanda futura por moradia; 3) regularização fundiária de interesse social.

O Programa de Urbanização de Assentamentos Precários busca promover a melhoria das condições de habitabi-

lidade das populações localizadas em áreas inadequadas à moradia. Suas ações encontram-se inseridas no Programa de Aceleração do Crescimento – PAC e são voltadas a estados, Distrito Federal e municípios mediante propostas que apresentem uma abordagem integrada das questões urbana, habitacional, fundiária, social e ambiental. Os projetos de urbanização de assentamentos precários deverão atender todas as necessidades básicas diagnosticadas na área, especialmente em relação à eliminação de riscos e adoção de medidas de desadensamento com reordenamento da ocupação. Desse modo, os projetos devem prever a implantação de infraestrutura básica, contenção e estabilização do solo para eliminação ou mitigação de riscos, recuperação de áreas degradadas, construção de equipamentos públicos, adequação do sistema viário e do parcelamento da área de forma a possibilitar acesso a serviços públicos e atendimentos emergenciais, regularização fundiária e trabalho social.

Além disso, o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) busca a provisão de habitação regular, de qualidade e dotada infraestrutura e serviços urbanos básicos, para famílias de baixa renda residentes em áreas urbanas e rurais dos municípios brasileiros. Por meio da integração entre políticas setoriais e da articulação com outros instrumentos de planejamento urbano

e de desenvolvimento econômico, o PMCMV pode ser um importante instrumento para recuperar áreas degradadas, ambientalmente frágeis e de mananciais, promover a ocupação de vazios urbanos e a expansão urbana de forma planejada. O programa prioriza o atendimento às famílias residentes em áreas de risco ou insalubres ou que tenham sido desabrigadas em função de situação de emergência ou calamidade pública.

A terceira grande área de atuação do Governo Federal por meio do Ministério das Cidades que contribui para a redução da vulnerabilidade à mudança do clima está relacionada ao saneamento ambiental, cujo principal instrumento de planejamento é o Plano Nacional de Saneamento Básico- Plansab. O Plansab, aprovado em dezembro de 2013, tem como princípios norteadores a universalização do acesso aos serviços de saneamento, a equidade, a integralidade na prestação dos serviços, de forma a garantir o acesso a todos os componentes, com a devida qualidade, a intersetorialidade, dentre outros. De acordo com os últimos dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2013), a maior deficiência está relacionada ao atendimento com rede coletora do esgoto que atende apenas 56,3% da população urbana do país, representando vulnerabilidade aos municípios que se encaixam neste contexto.

A fim de promover o acesso aos serviços de saneamento básico – abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos –, com vistas à sua universalização, são realizadas iniciativas com foco em medidas estruturantes (de fortalecimento da gestão e de planejamento, em particular), além de apoiar os demais entes federativos em intervenções locais. Tais intervenções incluem obras e projetos de drenagem urbana sustentável, dirigidos à redução das enchentes e inundações e à melhoria das condições de segurança sanitária, patrimonial e ambiental dos municípios; implantação de sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário nas áreas urbanas e apoio aos sistemas públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos.

As ações do Ministério das Cidades em saneamento se concentram em municípios com população superior a 50 mil habitantes, além de municípios integrantes de Regiões Metropolitanas e de Regiões Integradas de Desenvolvimento, enquanto o Ministério da Saúde, por meio da Funasa, atua em áreas rurais e em municípios de menor porte.

As ações de desenvolvimento urbano possuem interface com a *gestão de riscos e resposta a desastres*, por meio do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres, lançado pela Presidência da República, em 8 de agosto de 2012 (mais detalhes estão apresentados no capítulo de *Gestão de Risco a Desastres*). No âmbito desta política, o Ministério das Cidades atua em iniciativas de prevenção ao risco, por meio do apoio a obras de contenção de encostas, drenagem urbana e controle de inundações, bem como construção de sistemas de captação, distribuição e armazenamento de água potável nas regiões do semiárido para enfrentamento aos efeitos da seca. Essas iniciativas e intervenções devem observar, sempre que possível, princípios de adaptação baseada em ecossistemas (AbE), a fim de ampliar a capacidade de adaptação à mudança do clima.

Cabe destacar a articulação entre o Ministério das Cidades e a Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais – CPRM.

Além de atuar no levantamento geológico

básico, a CPRM é responsável por ampliar o conhecimento sobre as áreas de risco, com a setorização em municípios considerados críticos, além da elaboração de cartas geotécnicas de suscetibilidade e de aptidão à urbanização frente aos desastres naturais para os 821 municípios prioritários no Programa de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres.

Nas ações de contenção de encostas, o Ministério das Cidades possui atuação em três eixos: planos (Plano Municipal de Redução de Risco - PMRR), projetos e obras. Estas ações são importantes contribuições na redução dos riscos urbanos, pois atuam diretamente na diminuição das vulnerabilidades que estão relacionadas à falta de infraestrutura e a instrumentos para o devido planejamento urbano e, por isso, devem ser fortalecidas e expandidas nos próximos anos.

Por fim, outra agenda importante no processo de desenvolvimento urbano está relacionada à mobilidade urbana que atua na formulação e implementação da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) de forma integrada com a política de desenvolvimento urbano, e busca proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, priorizando os modos de transporte coletivo e os não motorizados, de forma segura, socialmente inclusiva e sustentável. Entretanto, para efeitos deste

PNA, a temática da mobilidade urbana foi explorada de forma mais detalhada na estratégia setorial de Infraestrutura.

### **3.4 Diretrizes prioritárias para promover a adaptação**

O desenvolvimento urbano adequado é uma das questões prioritárias das cidades brasileiras. Diante disto, a realização de investimentos planejados que incorporem a adaptação à mudança do clima pode contribuir para uma menor vulnerabilidade. Tal diretriz requer um planejamento integrado de uso e ocupação do solo com a infraestrutura a ser implantada, associada à avaliação de riscos climáticos. Complementarmente, a adoção de conceitos urbanísticos sustentáveis, com menor uso de recursos naturais, pode contribuir para a maior capacidade adaptativa das cidades.

Os principais objetivos das diretrizes propostas são elencar esforços voltados para o desenvolvimento da resiliência e capacidade de adaptação dos municípios, bem como priorizar medidas e ações de não arrependimento inerentes ao processo de desenvolvimento urbano que podem contribuir direta e indiretamente para a redução da vulnerabilidade à mudança do clima. As seguintes diretrizes são listadas abaixo:



**1. Promover a articulação federativa entre as três esferas de governo** visando à atuação cooperativa na redução da vulnerabilidade à mudança do clima por meio do planejamento e gestão interfederativos entre municípios e estados, em especial das funções públicas de interesse comum em regiões metropolitanas e aglomerações urbanas;

**2. Considerar a adaptação à mudança do clima na promoção da reabilitação de áreas urbanas consolidadas, degradadas e com infraestrutura instalada**, promovendo a diversidade urbana e contribuindo para a redução da expansão urbana e da exposição da população a riscos advindos da ocupação de áreas suscetíveis;

**3. Considerar a adaptação à mudança do clima na promoção da urbanização de assentamentos precários**, visando a elevação da condição de habitabilidade destes assentamentos e melhoria das condições de vida da população, por meio de ações integradas de infraestrutura urbana, produção e melhoria habitacional, regularização fundiária, recuperação ambiental e trabalho social;

**4. Considerar a adaptação à mudança do clima na produção de habitação social em escala**, garantindo às famílias de baixa renda e em situações de vulnerabilidade o acesso à moradia bem localizada, com infraestrutura de qualidade e resiliente, provida de bens e serviços urbanos, sociais e culturais e oportunidades de lazer;

**5. Fortalecer os processos de planejamento da expansão urbana com a perspectiva de prevenção à ocorrência de desastres naturais e o surgimento de riscos**, por meio de projetos específicos de expansão urbana, orientando processos de parcelamento, uso e ocupação do solo urbano dentro de padrões adequados e adaptados aos riscos relacionados à mudança do clima;

**6. Fortalecer as ações relacionadas a obras de contenção de encostas e elaboração de Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR)**, ampliando o número de municípios beneficiados, principalmente entre aqueles inseridos no Cadastro Nacional de Municípios com Áreas Suscetíveis à Ocorrência de Deslizamentos, Inundações ou Processos Geológicos ou Hidrológicos Correlatos (CadRisco), previsto na Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012;

**7. Considerar a adaptação à mudança do clima na implementação do Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab);**

**8. Fortalecer as ações de Drenagem Urbana Sustentável** voltadas à redução das enchentes e inundações, considerando obras e serviços que visem à implementação de reservatórios de amortecimento de cheias, adequação de canais para a redução da velocidade de escoamento, sistemas de drenagem por infiltração, implantação de parques fluviais, recuperação de várzeas e renaturalização de fundos de vale, além de ações de caráter complementar. Tais ações de drenagem sustentável devem observar, sempre que possível, princípios de adaptação baseada em ecossistemas (AbE);

**9. Apoiar a implementação e melhorias dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário** que considerem os efeitos econômico-sociais, de saúde pública, ecológicos e infraestruturais das medidas adotadas, de forma a potencializar os efeitos benéficos à saúde e ao meio ambiente diretamente associados a estes sistemas, buscando, em especial, a descontaminação de corpos hídricos, para facilitar os múltiplos usos da água, estimulando a eficiência no uso de energia, com a utilização do biogás resultante do tratamento dos esgotos e dos resíduos sólidos urbanos, e de outras energias renováveis;

**10. Apoiar as ações de melhoria dos sistemas de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos**, visando à ampliação da coleta seletiva nos municípios, à disposição adequada dos rejeitos e à erradicação dos lixões, visto que o aumento de precipitações pluviais intensas decorrentes de mudança do clima ocasiona maior carreamento de chorume dos lixões para os corpos hídricos e potencializa os efeitos de descartes inadequados de resíduos urbanos, feitos de maneira desordenada, junto a cursos d'água, tanto em lixões, quanto em áreas urbanas adensadas, agravando o problema das enchentes;

**11. Apoiar a gestão e disseminação de informações relacionadas às mudanças climáticas**, que possam subsidiar a elaboração de diagnóstico e o desenvolvimento de estratégias de adaptação em sinergia com o planejamento urbano;

**12. Apoiar o desenvolvimento de estudos sobre os impactos das mudanças climáticas nas diferentes cidades**, que possam subsidiar o desenvolvimento de metodologias de adaptação da infraestrutura urbana, a serem incorporadas às políticas de desenvolvimento urbano;

**13. Apoiar a formação e capacitação de recursos humanos e a disseminação de recursos tecnológicos para o uso e gerenciamento de informações**, visando a aplicação das estratégias e metodologias estabelecidas;

**14. Considerar a adaptação à mudança do clima no aperfeiçoamento de modelos de planejamento urbano**, buscando melhorar a gestão do uso e ocupação do solo correlacionada à preservação ambiental associada, em especial, à prevenção de risco em desastres naturais;

**15. Apoiar a coordenação de iniciativas para a revisão de normas técnicas e regulamentação de parâmetros edifícios e urbanísticos** de forma que estes possam fomentar soluções resilientes na construção de edifícios e infraestrutura urbana.





## Estratégia de Gestão de Risco de Desastres



**Plano Nacional de Adaptação  
à Mudança do Clima**



# Estratégia de Gestão de Risco de Desastres

## 4.1 Introdução

A proteção e Defesa Civil no Brasil está organizada sob a forma de sistema, denominado de Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC, composto por vários órgãos das esferas federal, estadual e municipal, além de organizações comunitárias de caráter voluntário e entidades com atuação no tema. A Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil – SEDEC, responsável setorial para implementação deste capítulo, coordenou a elaboração da estratégia aqui proposta juntamente com a Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental do Ministério do Meio Ambiente. Colaboraram neste processo outras áreas do Ministério da Integração Nacional, o Centro Nacional de Monitoramento de Desastres Naturais (CEMADEN), o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MP), o Ministério das Cidades e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

O impacto da mudança do clima é tratado como um dos fatores que contribuem para o aumento dos riscos de desastres naturais. O risco é o resultado da intersecção de três vetores. Há a ameaça, decorrente dos extremos climáticos, que são potencializados pela mudança do cli-

ma em curso. A segunda dimensão tem a ver com a vulnerabilidade das populações frente aos desastres naturais, isto é, sua capacidade de se preparar e se recuperar efetivamente no pós-desastre. A vulnerabilidade representa uma característica multidimensional e está ligada a fatores subjacentes, tais como a pobreza, nível educacional, percepção de risco, incluindo aspectos de sensibilidade a danos, suscetibilidade, falta de capacidade de adaptação e baixa resiliência. A terceira dimensão é a exposição dos sistemas humanos em áreas que podem ser afetadas adversamente, tais como a ocupação de áreas suscetíveis a inundações e deslizamentos de terra, denominadas de “áreas de risco”.

No Brasil, o processo de expansão urbana desordenado, que caracterizou os últimos 60 anos, resultou na concentração de populações mais vulneráveis em áreas espacialmente mais suscetíveis a riscos. Estas populações estão expostas tanto a eventos de ocorrência súbita (como deslizamentos de terra, enxurradas etc.), quanto a eventos de natureza gradativa (como secas e cheias). O aumento do número de ocorrências de desastres naturais no país, durante as últimas décadas, pode ser explicado pela somatória destes três vetores. Além disso, também está

documentado cientificamente que os extremos climáticos deflagradores destes desastres naturais têm ocorrido com mais frequência e, por muitas vezes, com maior intensidade neste período recente.

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – IPCC - publicou em 2012 o Relatório Especial sobre Gestão de Risco de Eventos Extremos voltados para Adaptação à Mudança do Clima - Special Reports on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation - SREX (IPCC, 2012). Esse relatório destaca que há alta confiança em afirmar que a intensidade dos eventos extremos de clima e tempo, e a exposição a eles, tendem a ser fatores mais comuns associados aos prejuízos causados em grandes desastres do que as vulnerabilidades dos sistemas humanos. Entretanto, para os eventos menos extremos (com maior probabilidade, menor intensidade), a vulnerabilidade dos elementos expostos desempenha um papel cada vez mais importante para explicar o nível dos impactos. Sendo assim, a vulnerabilidade é uma das principais causas do aumento dos efeitos adversos de eventos não extremos, ou seja, pequenos “desastres” recorrentes, que muitas vezes não são visíveis em nível nacional ou subnacional (MARULANDA et al., 2008b, 2010, 2011; UNISDR, 2009a; CARDONA, 2011; UNISDR, 2011).

Segundo o SREX, mesmo sem levar em conta a mudança do clima, o risco de desastres continuará a aumentar

em muitos países, entre eles o Brasil, uma vez que mais pessoas e ativos vulneráveis estarão expostos à variabilidade climática natural. Por exemplo, nas periferias das grandes cidades ou espalhados pelo semiárido brasileiro. Por outro lado, há evidências baseadas em dados históricos compilados a partir de 1950, sugerindo que a mudança do clima já alterou a magnitude e a frequência de alguns eventos extremos de condições meteorológicas e climáticas em algumas regiões. Apesar disso, considera-se, ainda, muito difícil atribuir eventos individuais apenas à mudança do clima.

Neste aspecto, a mudança do clima insere um fator adicional de estresse, o qual é variável, no tempo e espaço, para cada tipo de desastre. No decorrer deste capítulo serão apresentadas as informações mais relevantes para compor estas discussões, objetivando traçar estratégias para a redução de risco e promoção da adaptação, observando as prioridades e necessidades do país.

Destaca-se a necessidade de investir em conhecimento científico sobre todas as dimensões de desastres naturais, observando os novos paradigmas que marcam a sociedade do conhecimento do século XXI. Neste contexto, o novo marco pós-2015 para a redução de riscos de desastres naturais, acordado entre os países-membros da ONU durante a III Conferência Mundial para a Redução do Risco de Desastres – Conferência de Sendai - é baseado em quatro áreas

prioritárias de ação: 1) a compreensão do risco de desastres; 2) o fortalecimento da governança; 3) o investimento na redução do risco de desastres para a resiliência; e 4) a melhoria na preparação para desastres. Essas áreas foram observadas na elaboração deste capítulo, que **tem como principal objetivo promover ações visando desenvolver capacidades para a redução de riscos, preparação e resposta aos desastres no contexto da mudança do clima.**

## **4.2 Desastres naturais no Brasil e vulnerabilidades relacionadas à mudança do clima**

O Brasil apresenta diferentes tipologias de desastres naturais, quase todas relacionadas a eventos hidrometeorológicos e climatológicos, onde a pluviosidade (por excesso ou escassez) é o principal responsável por deflagrar os processos físicos que colocam em risco as populações e suas atividades econômicas. Por suas dimensões continentais e pela diversidade ambiental, climática e geológica, o Brasil está suscetível aos mais variáveis tipos de desastre. Esses desastres estão diretamente relacionados às diferentes vulnerabilidades socioeconômicas e urbanas, combinadas a cenários distintos de exposição.

Para sintetizar estas diferenças, o Quadro 6 foi estruturado elencando alguns aspectos importantes para orientar as propostas de adaptação que

estão no final deste capítulo. Os dados apresentados são provenientes do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (UFSC, 2013) e representam o percentual, por região, de pessoas afetadas e de óbitos causados pelos eventos adversos registrados, em relação ao total de eventos ocorridos no Brasil entre os anos de 1991 e 2012.



## Quadro 6. Regiões do Brasil e as principais características relacionadas aos desastres naturais

Região	Principais tipos de Desastres	% pessoas afetadas 1991-2012	% óbitos CEPED (2013)	Características relevantes e determinantes do risco de desastres
Sul	Diversidade muito grande, destacando-se as secas e estiagens, inundações bruscas e vendavais/ciclones	22,68	13,43	Severamente atingida por tempestades, vendavais e granizo. É a única atingida por ciclones (zona costeira). É afetada por muitos sistemas climáticos de instabilidade e também por bloqueios atmosféricos. O vetor AMEAÇA é determinante na intensificação dos risco atual e futuro.
Sudeste	Movimentos de massa, inundações, enxurradas e alagamentos. As secas merecem destaque no Norte e Nordeste de Minas Gerais.	22,17	66,56	Alta densidade demográfica aliada à ocupação desordenada em áreas de risco (alta exposição). Grandes contrastes sociais e alta vulnerabilidade em diversos grupos sociais. Apresenta o maior número de mortes/milhão de hab, cerca de 28,50. Do total de registros do país, o SE teve 79% dos registros de movimentos de massa no período 1991-2012, destacando-se o estado de MG com 60%.
Centro Oeste	Diversificado. Destaque para inundações graduais, secas, enxurradas e erosão, além dos recorrentes incêndios florestais.	4,09	0,41	Região com vocação agrícola, baixa densidade populacional (baixa exposição). Série histórica insuficiente para identificar padrões da evolução dos desastres. Merece atenção devido ao seu recente desenvolvimento, que pode trazer novas vulnerabilidades e aumento da exposição.
Nordeste	Majoritariamente as secas, devido à dimensão territorial. Mas as inundações (graduais ou bruscas) se destacam pela magnitude dos impactos.	44,09	15,84	Alta variabilidade interanual de chuvas e baixa capacidade de armazenamento de água no solo, sendo estes fatores limitantes para o desenvolvimento local (ameaça). Regiões metropolitanas são muito expostas e vulneráveis a inundações, desalojando e desabrigoando muitas pessoas e causando significativo número de óbitos. Região com o maior número de pessoas afetadas por desastres (47.63%)
Norte	Inundações (graduais e bruscas) e secas	6,97	3,80	População ribeirinha é fortemente atingida pelas inundações (exposição), havendo muitos problemas de saúde que são desencadeados em sequência (vulnerabilidades sociais). As principais atividades econômicas são diretamente impactadas pelas secas (exposição e vulnerabilidade econômica)

Observa-se que, dentre os eventos registrados, os que causam mais danos humanos são aqueles relacionados a eventos extremos de precipitação que originam inundações e deslizamentos de terra. Segundo o levantamento feito pela UFSC (2013), para o período entre 1991 e 2012, apenas estes dois tipos de desastres causaram 73,79% das mortes

relacionadas aos desastres naturais no Brasil. Para estes casos, destacam-se as regiões Sul e Sudeste que lideram o ranking destes desastres. A região Sudeste, que apresenta maior densidade demográfica, é também aquela com maior percentual de óbitos relacionados aos desastres no período entre 1991-2012, com 66,56% dos totais registrados,

tendo, ainda, a maior relação de óbitos para cada um milhão de pessoas, cerca de 29,5 óbitos/milhão.

Em contrapartida, grande porção do território nacional é afetada por eventos climáticos que evoluem em processos físicos graduais, como as secas e as inundações. Por afetarem uma área territorial mais ampla e por mais tempo, podem afetar um número muito grande de pessoas e de atividades. Estes eventos normalmente ocorrem em ciclos, mesmo que de forma irregular, e se desenvolvem em etapas de agravamento incremental. Em alguns casos, o evento faz parte da dinâmica natural do clima regional e a população é capaz de se preparar, reduzindo a exposição e a intensidade dos impactos sofridos.

A região mais afetada por secas e estiagens é a Nordeste, onde, por muitas vezes, estes impactos colaboram com a restrição ao desenvolvimento econômico local. Essa região, junto às regiões Norte e Centro-Oeste concentram cerca de 20% dos óbitos entre 1991-2012, mas possuem a maior parcela de pessoas afetadas, com um total de 55,15% (UFSC, 2013). A região Nordeste é a que mais se destaca, com 44,09% de um total de quase 29 milhões de pessoas afetadas entre 1991-2012.

Juntamente com as mudanças na estacionariedade do clima, em especial mudanças na pluviosidade (excesso ou escassez), as vulnerabilidades dos sistemas humanos, relacionadas às atividades antrópicas, podem induzir, facilitar e acelerar estes processos, além de contribuir

com a intensificação dos seus impactos. A influência das ações antrópicas (não climática) também é variável, no tempo e espaço, para cada tipologia de desastre. Consequentemente, a análise da interferência da mudança do clima, no que diz respeito ao aumento da ocorrência de desastres, torna-se uma tarefa complexa, que dependerá do conhecimento disponível acerca destas relações e de sua evolução temporal e espacial.

Essas justificativas e conceituação teórica são importantes para esclarecer que uma parte dos vetores que colaboram com o aumento do risco de desastres está relacionada às vulnerabilidades que não dependem de variáveis climáticas. Neste contexto, a interferência da mudança do clima é considerada como um fator adicional para o gerenciamento de risco de desastres. A relação entre estes aspectos está apresentada para cada tipologia de desastre através do Quadro 7. Nela também estão contidas informações referentes ao grau de confiança dos impactos das mudanças do clima relacionados aos eventos extremos (ameaças), as incertezas em projeções do clima futuro para avaliar cada tipo de desastre, considerando as vulnerabilidades existentes.

Um fator que dificulta a análise dos dados apresentados no Quadro abaixo é o número de estudos que avaliam historicamente a mudança do clima e eventos extremos de clima e tempo para o Brasil ser relativamente pequeno.

**Quadro 7. Síntese de informações relevantes às questões relacionadas aos tipos de desastres que atingem o Brasil, eventos extremos e mudança do clima**

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
Tipologia de Desastres Naturais	% pessoas afetadas	% óbitos	AMEAÇA Eventos climáticos de flagradores de [1]	Efeitos das MC sobre a AMEAÇA apresentada em [4]	Grau de confiança da afirmação contida em [5]	Probabilidade dos efeitos [5] para projeções futuras	Principais interferências antrópicas e vulnerabilidades que favorecem a deflagração e impactos do processo apresentado em [1]	Analisando [5], [6], [7] e [8], há relação das Mudanças Climáticas com as ocorrências de desastres [1]?
Movimentos de massa (Deslizamentos de terra)	1,79	15,6	Eventos Extremos de Precipitação (tanto aqueles que ocorrem em poucas horas como ao longo de alguns dias)	Aumento da frequência e magnitude dos eventos extremos relacionados	ALTO no que se refere aos eventos extremos. BAIXO para ocorrência de deslizamentos e inundações (poucas evidências)	MUITO PROVÁVEL	Cortes irregulares de taludes, processos erosivos na base dos taludes, desmatamento de encostas, sistemas de drenagem de águas pluviais mal planejados, sobrecarga devido a construções em áreas de risco, entre outros.	Pouco provável. Entretanto, é considerado <i> muito difícil </i> fazer essa avaliação separadamente devido aos diversos condicionantes antrópicos e também às VULNERABILIDADES pois ambos são variáveis ao longo do tempo e espaço. Há poucos registros e métricas (indicadores) para realizar tal análise com resultados conclusivos. O aumento da EXPOSIÇÃO também é considerado um fator-chave para os dois tipos de desastres
Inundações bruscas, enxurradas e alagamentos	20,66	58,15	Eventos Extremos de Precipitação em períodos curtos de tempo (principalmente em poucas horas)				Desmatamento em áreas de APP, que favorecem para a supressão de serviços ecossistêmicos (ex: diminuição do potencial de infiltração, aumento do escoamento superficial, etc) uso degradante do solo, deficiência do sistema de águas pluviais, grandes superfícies impermeabilizadas, entre outros.	
Vendavais e Ciclones (efeitos do vento)	7,07	3,74	Tempestades acompanhadas de ventos fortes, às vezes com granizo	Aumento da frequência e magnitude dos eventos extremos relacionados	BAIXO (falta de dados, análise complexa)	PROVÁVEL	Não há relação direta. A interferência antrópica se dá através da emissão de GEE e mudanças do uso e cobertura do solo, os quais estão relacionados com as mudanças climáticas globais e regionais/locais.	Provável. Mesmo com as incertezas, as ocorrências sem precedentes na região Sul durante a última década são evidências significativas (intensificação do vetor AMEAÇA)
Secas	51,31	7,57	Períodos de estiagem, má distribuição das chuvas, aumento da temperatura (aumento da evapotranspiração)	Intensificação dos eventos ENSO, anomalias de TSM no Atlântico Tropical ou Subtropical (diminuição das chuvas), deslocamento dos fluxos de umidade e aumento de temperatura da superfície terrestre.	MÉDIO para estação seca e BAIXO para estação chuvosa. (falta de dados e inconsistências)	MUITO PROVÁVEL para o NE e Amazônia Ocidental, sobretudo na estação seca. OBS: <i>Muito provável</i> que a variação interanual seja controlada por eventos ENSO.	Mudanças do uso e cobertura do solo. Entretanto, a "seca" no contexto de um desastre, depende muito mais das VULNERABILIDADES dos grupos sociais afetados que das condições climáticas (Castro, 2002). O uso degradante do solo também é visto como um fator que favorece, indiretamente, no armazenamento de água no solo e pode contribuir para este cenário	Improvável. Mas as mudanças nos padrões de temperatura e precipitação, tanto para as observações quanto modelagem, tem sido coerentes com a compreensão teórica da resposta hidrológica ao aquecimento global, onde regiões secas se tornam ainda mais secas e as úmidas se tornam ainda mais úmidas, em um mundo em aquecimento. Ainda é preciso avaliar com afino a evolução dos desastres para ter conclusões significativas.
Cheias	12,04	13,4	Aumento da precipitação nos regimes sazonais	Intensificação dos eventos ENSO e anomalias de TSM no Atlântico Tropical ou Subtropical, causando alterações no regime de precipitação sazonal (aumento)	BAIXO (falta de dados e inconsistências)	MUITO PROVÁVEL para o Sul do Brasil e Amazônia Ocidental	Obras de engenharias que podem tanto favorecer quanto conter (diques e reservatórios): interferências no meio ambiente, principalmente mudanças no uso e cobertura da terra que não aparecem claramente nos registros históricos	

De uma forma geral, nota-se que em relação aos desastres que causam mais óbitos (inundações bruscas e movimentos de massa), a comprovação da interferência da mudança do clima na intensificação ou aumento dos desastres ainda necessita de mais estudos e acúmulo de evidências. Embora existam registros do aumento dos eventos extremos, os estudos realizados em âmbito nacional apontam para uma maior correlação do aumento de desastres com o aumento da densidade demográfica mais claramente explicados em gráficos de UFSC (2013). Cabe observar que um aumento na ocorrência de desastres poderá ocorrer em consequência de um aumento da exposição e dos consequentes padrões de urbanização, acompanhados das desigualdades sociais e vulnerabilidades socioeconômicas dos grupos expostos. Conclui-se que o devido uso do solo e o planejamento territorial são fatores fundamentais para a redução do risco de desastres.

É preciso considerar ainda que, em alguns casos, a exposição a determinados eventos é impossível de ser evitada. Para estes casos, o ordenamento territorial e decisões quanto à localização de assentamentos ou atividades econômicas devem ser acompanhados por outros métodos estruturais ou não estruturais para prevenir ou atenuar riscos (UNISDR, 2009a; ICSU-LAC, 2010a, b). Ações dessa natureza têm sido implementadas no Brasil durante os últimos anos, contudo devido ao melhor enquadramento dos

recortes setoriais deste PNA, estas ações estão expostas e melhor exploradas na estratégia de Cidade.

No caso das secas e das inundações, nota-se que os principais vetores climáticos estão relacionados com eventos ENSO – El Niño Southern Oscillation, os quais muito provavelmente serão intensificados com a mudança do clima. Especificamente para o caso da seca, sobretudo no Nordeste brasileiro, as condições climáticas futuras, registradas nos esforços de modelagem futura do clima (volume I deste PNA), tendem a ser mais favoráveis para os períodos de estiagem. Contudo, a ocorrência de desastres não está condicionada somente a fatores climáticos, mas também às vulnerabilidades locais. Portanto, iniciativas que contemplem o desenvolvimento econômico e social, práticas de uso sustentável do solo e obras de infraestrutura são essenciais para absorver os impactos oferecidos pelo risco climático, que inclui também o processo de desertificação.

Como forma de diminuir as incertezas referentes às análises que utilizam modelos climáticos globais na avaliação dos eventos extremos e suas relações com desastres naturais, uma prática comum é a de fazer uso de modelos climáticos regionalizados. Estes modelos são capazes de apresentar com mais detalhes as peculiaridades existentes nos fenômenos atmosféricos em escala continental,

o que melhora consideravelmente as análises relacionadas com a variável de precipitação. Foi desenvolvido para a Terceira Comunicação Nacional à UNFCCC um estudo dessa natureza, cujo foco foi avaliar, sob o contexto de mudança do clima, a vulnerabilidade dos municípios brasileiros aos dois tipos de desastres naturais que mais causam óbitos no Brasil: 1) inundações bruscas, enxurradas e alagamentos; 2) movimentos de massa (sobretudo deslizamentos de terra).

Neste estudo, observou-se que ao final do século XXI poderá ocorrer um aumento da vulnerabilidade à mudança do clima em muitos locais que, desde o período presente, são considerados de alto risco de desastres. Cabe ressaltar que no mencionado estudo preliminar buscou-se analisar este aumento sob o olhar da mudança do clima, por meio da observação do incremento da frequência e magnitude de eventos extremos relacionados, mantendo-se constantes as demais variáveis.

Como resultado deste estudo, para inundações bruscas, destaca-se a condição futura da região Sul, o Sudeste com os maiores acréscimos de vulnerabilidade, além de praticamente toda a costa brasileira, entre o Rio Grande do Sul e o Ceará, com acréscimos menores. Para movimentos de massa, as regiões que merecem maior atenção estão localizadas no estado do Paraná e Santa Catarina (destacando-se o Vale do Itajaí), na Serra do Mar e Serra da

Mantiqueira, no Sul e Sudeste de Minas Gerais, além de localidades pontuais no Nordeste Brasileiro, com acréscimos menores.

### **4.3 Panorama geral das principais iniciativas de gestão de risco de desastres que favorecem a adaptação**

Pode-se afirmar que o grande desastre natural na Região Serrana do Rio de Janeiro, ocorrido em janeiro de 2011, funcionou como catalisador de uma mudança profunda no gerenciamento de risco de desastres. O enfoque migrou de políticas públicas de resposta e pós-desastre de recuperação e reconstrução para ações de prevenção, buscando prioritariamente salvaguardar a vida humana. Como resultado dessa mudança, o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais (2012 – 2014) alocou 85% de seus recursos para a prevenção, visando principalmente: (1) à construção de obras estruturantes; (2) ao entendimento de riscos, por meio de ações de mapeamento; e (3) ao conhecimento antecipado de riscos de desastres, por meio do aperfeiçoamento da rede nacional de monitoramento e alerta.

O Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais - PNGRRD foi estruturado de forma que o seu monitoramento fosse coordenado pela Subchefia de Articulação e Monitoramento da Casa Civil da

Presidência da República – SAM/CC, que congregou, no âmbito do tema desastres naturais, representantes das seguintes instituições públicas federais com atividades correlatas ao tema: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/MI e seu Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres – CENAD/SEDEC/MI, Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais – CEMADEN/MCTI, Ministério das Cidades, Serviço Geológico do Brasil – CPRM/MME, Agência Nacional de Águas – ANA/MMA, Ministério da Saúde, Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos – SPI/MPOG, Secretaria do Programa de Aceleração do Crescimento – SEPAC/MPOG, Secretaria de Orçamento Federal – SOF/MPOG, Departamento de Controle do Espaço Aéreo – DECEA/MD, Secretaria do Tesouro Nacional – STN/MF, Controladoria-Geral da União – CGU, Ministério das Comunicações.

Na elaboração do PPA 2012-2015, os principais órgãos envolvidos com o tema dos desastres foram reunidos para a construção de um programa de governo com foco na prevenção, acompanhado da experiência adquirida e legados de mobilizações acadêmicas, da sociedade civil e de outros Poderes. A partir de uma abordagem descentralizada em um único órgão, desenharam-se os objetivos, metas e iniciativas do Programa 2040 – Gestão de Riscos e Resposta a Desastres ([www.planejamento.gov.br](http://www.planejamento.gov.br)), que envolve os ministérios da Integração Nacional, das Cidades, da Ciência, Tecnologia

e Inovação, de Minas e Energia e do Meio Ambiente, além do Ministério das Relações Exteriores, inserindo vertente internacional no tema.

Com a construção conjunta do Programa 2040, esforços foram despendidos para promover a integração das informações e das bases de dados dispersas na Administração Pública.

O direcionamento das ações prioritárias do Programa 2040 foi feito por meio da identificação de municípios considerados críticos de desastres. A partir do Atlas de Desastres Naturais, elaborado pela UFSC (2012), foram identificados 821 municípios críticos, que representam 94% dos óbitos e 88% das pessoas afetadas por desastres. Desses, foram priorizados 286, correspondentes a 89% das mortes e 55% do total de pessoas desalojadas ou desabrigadas, no universo dos municípios com registro desses eventos no período de 1991 – 2010 (Figura 3).



**Figura 3 - Localização dos 821 municípios prioritários para as ações do Programa Gestão de Riscos e Resposta a Desastres do PPA 2012-2015**

Cabe mencionar que este arranjo envolvendo diferentes ministérios mostrou-se positivo para a área e teve continuidade no PPA 2016-2019 no seu respectivo Programa, agora chamado Programa 2040 – Gestão de Riscos e de Desastres.

#### **4.4 Política nacional e sistema nacional de proteção e defesa civil**

Um novo marco legal foi instituído em 10 de abril de 2012, por meio da Lei nº 12.608, que se refere à Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC). De modo geral, a PNPDEC prevê expressamente que é dever da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios adotarem as medidas

necessárias à redução dos riscos de desastres, que poderão ser adotadas com a colaboração de entidades públicas ou privadas e da sociedade em geral.

A PNPDEC abrange as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação voltadas à proteção e defesa civil. Estabelece também que a Proteção e Defesa Civil brasileira são organizadas sob a forma de um sistema – o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), composto pelos órgãos e entidades da administração pública federal, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios e, também, pelas entidades públicas e privadas de atuação significativa na área de proteção e defesa civil, conforme ilustrado na Figura 4.





**Figura 4 . Organização Geral do SINPDEC**

As ações da PNPDEC trouxeram adaptação do setor de gerenciamento de algumas inovações de interesse para a risco de desastres, tais como:

Integração com as políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, saúde, meio ambiente, mudança do clima, gestão de recursos hídricos, geologia, infraestrutura, educação, ciência e tecnologia e com demais políticas setoriais, tendo em vista a promoção do desenvolvimento sustentável;

Abordagem sistêmica das ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação;

Atuação articulada entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios para redução de desastres e apoio às comunidades atingidas;

Elaboração e implantação dos Planos de Proteção e Defesa Civil nos três níveis de governo;

Sistema de Informações e Monitoramento de Desastres;

Profissionalização e a qualificação, em caráter permanente, dos agentes de proteção e defesa;

Cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos; e

Inclusão nos currículos do ensino fundamental e médio dos princípios da proteção e defesa civil de forma integrada aos conteúdos obrigatórios, entre outras.

Estes avanços são entendidos como ações específicas do gerenciamento e redução do risco a desastres, mas que aumentam a capacidade de adaptação dos municípios brasileiros e de sua população. Embora não sejam colocados explicitamente sob o tema de mudança do clima, tais medidas são necessárias para atender a atual situação do país, as quais

deverão ser reforçadas/otimizadas levando em consideração o risco climático futuro.

A seguir estão elencadas as principais Políticas e Planos Nacionais mencionados na PNPDEC e que demonstram algumas das sinergias com outros setores e algumas transversalidades desta temática:

Estatuto das Cidades- Lei nº 10.257, de 10/07/2001;
Política Nacional de Meio Ambiente – PNMA (Lei nº 6.938, de 31/08/1981; Decreto de Regulamentação em 1990);
Programa Nacional de Educação Ambiental – PRONEA (2005);
Plano Nacional de Educação – PNE (2012);
Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC (Lei nº 12.187, 29/12/2009);
Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433, de 8/01/1997);
Política Nacional de Desenvolvimento Regional – PNDR.

#### 4.5 Sistema de monitoramento e alerta

Conforme exposto pelas diretrizes da PNPDEC, tornou-se indispensável dispor de um sistema de monitoramento e alerta que reunisse competências científicas e tecnológicas de várias áreas do conhecimento, principalmente de meteorologia, hidrologia, geologia e desastres naturais. Neste contexto, o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) criou, em 2011, o Centro

Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), que tem a missão fundamental de monitorar e emitir alertas precoces da provável ocorrência de desastres naturais para os órgãos de Defesa Civil. Considerando que a qualidade dos alertas de desastres naturais depende diretamente da capacidade de observação de seus deflagradores, fez-se necessário implementar uma moderna rede de observação ambiental.

Registra-se que o CEMADEN monitora atualmente 957 municípios, cujas áreas de risco de deslizamentos em encostas e inundações estão mapeadas. Além disso, monitora todos os mais de 1000 municípios da região semiárida para riscos de colapso de safras e de produção de alimentos devido às intensas secas, estiagens e veranicos.

Em complemento, esforços estão sendo despendidos para o desenvolvimento de modelos numéricos para previsão de chuvas em curtíssimo prazo, a partir de dados de radares meteorológicos, de modelos geotécnicos de escorregamentos de encostas, de modelos hidrológicos de previsão de enchentes e inundação, de modelos para previsão de colapso de safras agrícolas da agricultura familiar na região semiárida do Nordeste.

No âmbito do PPA 2012-2015, o CEMADEN articulou-se institucionalmente com órgãos similares que atuavam na prevenção de desastres naturais dentro do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil, como a ANA e a CPRM, gerando como resultados novos conhecimentos sobre o meio físico, processos deflagradores e áreas suscetíveis. Estes conhecimentos são aplicados em prevenção e são compartilhados com os órgãos da proteção e defesa civil por meio do CENAD.

Especificamente, a CPRM é responsável pelo maior aporte de informação sobre as áreas de risco

no país, executando o mapeamento (setorização) de risco alto e muito alto em 860 municípios prioritários do PNGRRD. Desempenha papel importante na gestão de recursos hídricos. Em parceria com a ANA, opera 76% da Rede Hidrometeorológica Nacional, e atua direta e indiretamente na previsão e alertas de riscos de inundações. Sobre as águas subterrâneas, opera a Rede de Informações e Monitoramento de Águas Subterrâneas do país (RIMAS), que dispõe de um programa de perfuração de poços, priorizando municípios do semiárido Brasileiro. Em ações de prevenção, voltadas para a gestão do território, dentro do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil, a CPRM trabalha na elaboração de cartas geotécnicas de suscetibilidade a movimentos de massa e inundação nos municípios prioritários. Além disso, trabalha em parceria com o Ministério das Cidades na execução de cartas geotécnicas de aptidão à ocupação urbana frente de desastres naturais.

Por sua vez, cabe à Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, na figura do CENAD, consolidar as informações sobre riscos no país, tais como dados relativos à ocorrência de desastres naturais e tecnológicos e os danos associados a estes. O gerenciamento destas informações possibilita apoiar estados e municípios nas ações de preparação para desastres junto às comunidades mais vulneráveis. Possibilita, também, agilizar e otimizar a etapa de resposta em cooperação com os

entes afetados. Cabe ainda ao CENAD o trabalho de articulação junto aos demais órgãos técnicos (hidrometeorologia, geologia, produtos perigosos etc.) que trabalham com informações de previsão e monitoramento nas esferas de governo, visando subsidiar ações voltadas à proteção e defesa civil.

## 4.6 Lacunas identificadas

Este item apresenta as principais lacunas de informações e/ou ações que foram identificadas na análise do setor. O preenchimento destas lacunas é considerado como medidas indiretas de adaptação, uma vez que podem reforçar e otimizar as ações, em curso ou previstas em políticas públicas, de gerenciamento do risco a desastres no contexto da mudança do clima:

**Detalhes para as análises de vulnerabilidade:** Para o gerenciamento de risco em escala municipal, é recomendado que as informações sejam mais detalhadas que aquelas encontradas em nível de setor censitário. Uma alternativa é a disponibilização destes dados para cada face de quadra. Tal medida já vem sendo testada pelo CEMADEN em parceria com o IBGE.

**Não regulamentação da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei nº 12.608):** Apesar de ter sido instituída em 2012, a PNPDEC não foi inteiramente regulamentada. Com isso, vários dispositivos previstos na Lei necessitam de uma melhor orientação, o que ocasiona a existência de algumas lacunas de atuação. Dentre as principais contribuições que a regulamentação pode trazer, está o aprimoramento da coordenação e gestão das ações de preparação, prevenção, mitigação, resposta e recuperação para a proteção e defesa civil por meio do fortalecimento do SINPDEC. Destaca-se, ainda, o cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis a deslizamentos e inundações, que se constitui em uma importante ferramenta para o planejamento de ações nestes municípios. Está prevista na Lei nº 12.608 a criação do Sistema de Informações e Monitoramento de Desastres, que é de grande importância para preencher a lacuna referente à falta de uma maior integração entre banco de dados de ocorrências relacionadas a desastres. Cabe menção a outras lacunas que poderiam ser preenchidas com a regulamentação da Lei nº 12.608, tais como: a) necessidade de aprimoramento da estrutura de gestão para coordenar as ações previstas na PNPDEC; b) necessidade de elaboração de Plano Nacional e Planos Estaduais de Proteção e Defesa Civil, conforme previsto na Lei; c) necessidade de continuidade de ações de proteção e defesa civil devido à grande disparidade entre a estrutura dos órgãos relacionados que atuam nas diferentes esferas de governo, além de d) necessidade de melhoria na implementação de estratégia de capacitação;

**Ações relacionadas ao planejamento urbano:** alguns avanços têm ocorrido nos últimos anos no que se refere ao planejamento urbano associado a medidas focadas em redução de riscos. Merecem destaque as ações apoiadas pelo Ministério das Cidades, tais como a elaboração de cartas geotécnicas de aptidão à urbanização frente aos desastres naturais, de Planos Municipais de Redução de Riscos – PMRR, projetos, obras de contenção, dentre outros investimentos em obras de infraestrutura. Cabe ressaltar a necessidade de melhorias e fortalecimento destas ações. No entanto, mais detalhes e direcionamentos específicos estão apresentados no capítulo Cidades – Planejamento Urbano.

#### 4.7 Diretrizes para promoção da adaptação

Neste item são apresentadas as principais diretrizes de adaptação que foram elencadas como prioritárias a partir do contexto neste capítulo. De modo geral, é observado que na escala federal existem avanços importantes, na forma de políticas públicas, que fomentam planos e programas de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação aos desastres, como o PPA 2012-2015, o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais e o PPA 2016-2019. As diretrizes apontadas a seguir alinham-se a esse contexto, visando melhorar as iniciativas em curso e, também, colocar em pauta outras frentes que ainda não foram trabalhadas no contexto da adaptação à mudança do clima.

No âmbito municipal, em muitos casos ainda permeiam padrões de uso e ocupação do solo inadequados, que favorecem a exposição à ameaça e indução de processos deflagradores de desastres, normalmente sobrepondo-se às vulnerabilidades das populações.

Neste tocante, é preciso esclarecer que, para efeito do PNA, as diretrizes específicas para tratar destes aspectos estão apresentadas no capítulo Cidades – Planejamento Urbano.

A primeira diretriz deste capítulo de Gestão de Riscos de Desastres refere-se à necessidade de regulamentação da Lei nº 12.608 – Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. São previstas orientações na PNPDEC, as quais têm capacidade de promover diretamente a redução dos riscos de desastres e também a adaptação, em diferentes horizontes temporais e escalas territoriais.

Outra diretriz proposta refere-se à instituição do Comitê Federal com a função de gerir riscos e gerenciar desastres, composto pelos órgãos do governo federal com atuação nos temas. Com a finalidade de aprimorar a atuação articulada do SINPDEC, este Comitê terá como uma de suas competências a coordenação, articulação e integração da gestão das ações de proteção e defesa civil desenvolvidas pelo governo federal. Este aprimoramento permitirá

o fortalecimento da governança do setor, o que contribuirá diretamente para a implementação das outras diretrizes propostas neste PNA.

Cabe destacar que a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil trouxe, como uma das competências da União, a instituição do Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil, por meio do qual serão delineadas as ações governamentais em âmbito nacional e regional para o planejamento da área de gestão de riscos e de desastres no curto, médio e longo prazos. Portanto, no citado Plano deverá ser considerada a inserção da lente climática para o setor.

Conforme exposto no item 7.6, um aspecto a ser ressaltado é referente à maior integração de sistemas de banco de dados de riscos e desastres. Vários órgãos de proteção e defesa civil nas esferas municipal, estadual e federal possuem sistemas de cadastro de ocorrências e desastres. Contudo, não há uma integração destes sistemas e uma ampla disponibilização dos dados gerados pelos mesmos. Considera-se imprescindível este avanço visando possibilitar: 1) traçar as melhores estratégias e direcionamento de políticas públicas e 2) subsidiar estudos relacionados ao tema, os quais podem resultar em diagnósticos do setor ao longo dos anos e para as regiões e municípios.

Outra diretriz importante é o fomento a estudos sobre a utilização de Medidas de Adaptação baseadas em Ecossistemas (AbE) para áreas de gestão de riscos de desastres. Estas ações podem estar vinculadas a extremos hidrológicos de secas, estiagens, enchentes e deslizamentos de terra. Há uma grande transversalidade ao tema, pois os serviços ecossistêmicos de interesse ao gerenciamento de risco de desastres contribuem também para a adaptação de outros setores. Entende-se, inclusive, que podem contribuir para a gestão de risco de desastres os serviços ambientais prestados pela floresta que estão relacionados à água, tais como: aumento do potencial de infiltração, diminuição do escoamento superficial, regulação do ciclo hidrológico em escala de micro bacias e estabilidade de encostas. Nota-se, portanto, que ao considerar apenas estes exemplos, outros setores (ex.: Recursos Hídricos, Cidades – Planejamento Urbano, Infraestrutura, Transporte) podem ser beneficiados por projetos dessa natureza.

Posteriormente à realização de estudos, a necessidade de implementação de medidas específicas deverá ser avaliada em âmbito federal, estadual e municipal com a participação do Poder Público, comitês setoriais, sociedade civil organizada e instituições de pesquisa, a fim de se promover adequações às necessidades e potencialidades locais.

Portanto, a realização de estudos específicos sobre medidas relacionadas à AbE permitirá uma melhor definição de estratégia para sua implementação em áreas de gestão de risco de desastres, subsidiando tecnicamente e cientificamente sua utilização.

O monitoramento do clima e de eventos extremos, fornecimento de previsões meteorológicas e climáticas de qualidade; monitoramento de variáveis precursoras de desastres naturais e previsão do risco de desastres; fomento à pesquisa e desenvolvimento sobre o tema de mudança do clima, especialmente sobre cenários futuros de extremos climáticos e de adaptação, são suportes essenciais para promover a adaptação por meio da redução do risco de desastres.

Além disso, os sistemas de alerta precoce de desastres naturais ajudam a avaliar melhor o risco climático e até a mitigar os danos de desastres naturais que afetem infraestruturas físicas vitais. Os grandes projetos de infraestrutura devem levar em consideração que as séries climáticas e hidrológicas não mais são estacionárias devido à mudança do clima. No planejamento de infraestruturas para abastecimento de água, de hidroenergia, de estradas, de sistemas de saneamento, pontes, irrigação, aquedutos, oleodutos, gasodutos, linhas de transmissão, portos, uma medida efetiva de adaptação é levar em consideração a natureza presente

e futura mais volátil dos extremos climáticos e o risco climático inerente a estes extremos.

Há também a necessidade de fomentar pesquisas relacionadas à compreensão do risco a desastres e diminuição das incertezas, levando em consideração suas diferentes dimensões, a fim de identificar hotspots de vulnerabilidade que são determinantes para a ocorrência dos desastres.

Cabe ainda o incentivo para as pesquisas relacionadas à mudança do clima e sua relação com a ocorrência de eventos extremos em diversas escalas. Também são relevantes análises das mudanças ambientais, modelagem de cenários socioeconômicos e de uso e cobertura do solo. Em paralelo, é importante incentivar a criação de mais grupos de pesquisa relacionados a estes temas, ainda pouco explorado no Brasil, principalmente devido à pequena quantidade de institutos de pesquisa capacitados para trabalhar com projeções climáticas. É sugerido o apoio e incentivo na criação de cursos de pós-graduação relacionados especificamente aos desastres naturais. Como forma de fortalecer estas diretrizes, é proposto que os dados de modelagem do clima futuro possam ser amplamente compartilhados através de termos de cooperação técnica interinstitucional.

De uma forma mais ampla, é preciso reiterar que a diminuição



das desigualdades sociais é um dos motores principais para a redução das vulnerabilidades identificadas no âmbito deste capítulo. A desigualdade deve ser considerada em todos os recortes temáticos e reforçada em outros planos de governo, objetivando aumentar não somente a resiliência e capacidade adaptativa de grupos específicos, mas também a diminuição de todas as vulnerabilidades a esses grupos relacionadas relacionadas.

O Quadro 8 apresenta a sumarização das diretrizes deste capítulo, apontando, de forma preliminar, os horizontes temporais e sugestões para sua institucionalização, além de indicadores de monitoramento. De modo geral, a SEDEC/MI e o CEMADEN/MCTI são os pontos focais para fomentar e implementar as diretrizes propostas, além de serem os responsáveis por fazer o reporte à coordenação do PNA.

Por fim, é importante ressaltar que o tema de gestão de risco de desastres naturais é transversal. Portanto, no âmbito das ações propostas no PNA, demanda-se uma efetiva integração e articulação com outros vários setores, destacando-se: Cidades – Planejamento Urbano, Saúde, Infraestrutura e Mobilidade Urbana, Recursos Hídricos, Agricultura, Biodiversidade e Ecossistemas, além de Zonas Costeiras.

**Quadro 8. Diretrizes de Adaptação para o setor de Gestão de Riscos a Desastres frente à mudança do clima**

Diretrizes para Adaptação	Vulnerabilidade alvo / Oportunidades	Orgãos e entidades atuantes	Indicador	Status	Horizonte
Regulamentação da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil- Lei 12.608 e cumprimento das ações previstas.	Diversas melhorias ao setor que já estão previstas na Lei, destacando-se: a criação de um Sistema Nacional de Informações e Monitoramento de Desastres, cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis a deslizamentos e inundações, promoção de Planos Estaduais de Prevenção a Desastres, entre outros.	MI/SEDEC	Acompanhamento da diretrizes especificadas na própria Lei 12.608.	A ser regulamentada.	Curto prazo para a regulamentação. Médio prazo para o cumprimento das ações previstas.
Medidas de Adaptação baseadas em Ecossistemas (EbA)	Implementação ações visando aumentar os serviços ambientais prestados pela floresta (seja por replantio ou preservação) e conservação do solo, relacionados a água e estabilidade de encostas.	MMA, ANA, Midades, MI, Secretarias Estaduais e Municipais Comitês de Bacia	N.º de ações de AbE implantadas. N.º de beneficiários. Hectares de área reflorestada, preservada e solo conservado.	A ser implementada. Pode ser interligada aos municípios e Estados com PSA pré-existentes, ou em andamento.	Longo prazo
Consolidação de um Sistema de Alertas Precoces (Early Warning System)	Redução do risco oferecido pelas ameaças climáticas através do aumento da capacidade de predição de ocorrências de desastres, aumento da percepção do risco e promovendo estudos relacionados.	MI/SEDEC, CEMADEN INMET, CPTEC/INPE, ANA, Insituições Estaduais entre outras	Acompanhamento da expansão da rede observacional do Brasil. N.º de municípios monitorados	Consolidar e fortalecer ações já existentes. Implementar novas ações.	Curto prazo Médio prazo
Mecanismos de seguros ou de transferência de riscos	Transferência de risco das populações mais expostas e vulneráveis aos desastres através do pagamento de prêmios de seguro ao serem impactadas.	MI, MFazenda, MMA , Midades, MAgricultura Secretarias Estaduais	N.º de assegurados. Valor total dos prêmios pagos	A ser implementada.	Longo prazo
Incentivo a pesquisas focadas na compreensão do risco aos desastres	Melhorar a capacidade de pesquisa e entendimento do risco a desastres em diferentes escalas, sobretudo a nível local. Subsídio indireto para as pesquisas relacionadas às MC como forma de diminuir suas incertezas.	MI, MCTI, MEducação Institutos de Pesquisa Universidades	N.º de pós-graduações com linhas de pesquisa relacionadas. N.º de Projetos Temáticos relacionados. N.º de publicações relacionadas	Consolidar a situação atual e promover melhorias.	Curto prazo Médio prazo



## Estratégia de Indústria e Mineração



Plano Nacional de Adaptação  
à Mudança do Clima

## 5.1 Introdução

O setor industrial pode ser dividido em três grandes grupos: indústria extrativa mineral, indústria de transformação e serviços industriais de utilidade pública. Em 2013, o setor respondeu por 24,4% do PIB nacional e foi responsável pela ocupação de 8,16 milhões de postos de trabalho. Além da relevância econômica, o setor contribui para a dinamização da sociedade mediante a incorporação de tecnologia e soluções em seus produtos e processos. Nesse sentido, o fortalecimento da capacidade adaptativa das atividades industriais e de mineração à mudança do clima é uma condição imprescindível para o desenvolvimento econômico-sustentável do país.

As considerações acerca da mudança do clima têm sido internalizadas pelo setor, no âmbito ministerial, desde 2007, com a criação do Comitê Interministerial de Mudança do Clima - CIM e do Plano Nacional de Mudança do Clima, que foram os marcos da entrada definitiva do tema na agenda de políticas públicas nacionais e culminaram na Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), estabelecida pela Lei nº 12.187/2009

No contexto da PNMC, foram criados em 2010, o Plano Setorial de

Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Indústria de Transformação – Plano Indústria, e o Plano Setorial de Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima na Mineração – Plano Mineração de Baixo Carbono, que reconheceram o papel das atividades industrial e de mineração na inter-relação das questões ambientais, sociais e econômicas.

Em um primeiro momento, a discussão da mudança do clima nos planos setoriais foi dominada pelos aspectos relativos à mitigação das emissões de gases de efeito estufa nos processos das indústrias de Alumínio, Cimento, Papel e Celulose, Química, Ferro e Aço, Cal e Vidro; e da mineração, as atividades de lavra, beneficiamento físico, pelotização e transporte interno. Nos respectivos planos, a adaptação foi tratada na ótica dos co-benefícios, como resultante da melhoria da eficiência no uso da energia e materiais.

O Plano Indústria dispõe de uma estrutura de governança centrada na Comissão Técnica do Plano Indústria (CTPIIn-MDIC), formada por representantes do governo e do setor privado, bem como da Confederação Nacional da Indústria (CNI). Já o Plano de Mineração de Baixo Carbono é centrado



na Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM/MME). As respectivas estruturas de governança são os pontos focais para fomento das metas, ações e reporte ao Plano Nacional de Adaptação.

O presente capítulo foi desenvolvido sob a coordenação da Secretaria do Desenvolvimento da Produção do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (SDP/MDIC) e da Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas e Energia (SGM/MME), com o apoio do Ministério do Meio Ambiente (MMA) **e objetiva apresentar os conceitos e diretrizes básicas para complementar o tratamento das questões de adaptação à mudança do clima no Plano Indústria e no Plano de Mineração de Baixo Carbono, bem como destacar a transversalidade das ações necessárias e as lacunas ainda existentes.**

## **5.2 Vulnerabilidades do setor indústria e mineração à mudança do clima**

A resiliência climática do setor industrial pode ser pensada como a redução da sensibilidade e o aumento da capacidade de adaptação aos impactos potenciais da mudança do clima. Ao considerar a adaptação no setor industrial deve-se levar em conta não apenas o impacto direto da variabilidade climática e dos fenômenos extremos, como

também os impactos indiretos sobre as infraestruturas de que o setor depende para suas operações e a resiliência dos territórios onde a indústria está presente.

Os impactos da mudança do clima sobre o setor industrial podem acarretar também impacto para economia local, regional e nacional, destacando-se a relevância de políticas públicas de adaptação para o setor. O estudo de Dos Santos e Haddad (2014), ao considerar um conceito mais amplo de prejuízo, que inclui não só as perdas diretas tradicionais relacionadas à interrupção da produção, mas também os custos indiretos avaliados por meio das ligações das cadeias produtivas em que a cidade se insere, estimou perda de produto potencial acarretada pelas enchentes sobre a cidade de São Paulo da ordem de R\$ 108 milhões ao ano para a própria cidade, e de R\$ 226 milhões para a economia do país<sup>13</sup>.

Os impactos mais relevantes variam de acordo com o setor e a localização geográfica da empresa, ao passo que sua capacidade adaptativa é influenciada pelo porte e recursos disponíveis para investimentos em medidas de adaptação. Setores que dependem de recursos naturais como a indústria farmacêutica, agroindústria e indústria de base florestal, por exemplo, são mais suscetíveis às alterações na biodiversidade e nos ciclos agrícolas,

---

13 Disponível no endereço eletrônico: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v17n4/a05v17n4.pdf>

enquanto os parques industriais e minas localizadas em áreas com topografia acentuada, na ocorrência de chuvas intensas, estão mais propensos à interrupção das atividades e vias de escoamento por ocorrência dos deslizamentos de terra e inundação das áreas mais baixas do relevo.

Em termos gerais, os impactos podem ser classificados em impactos biofísicos e socioeconômicos (Quadro 9). Exemplos de impactos biofísicos são a escassez de matéria-prima causada

por alterações na biodiversidade, na agricultura e no fornecimento de água que podem afetar diretamente a disponibilidade de insumos básicos para a indústria de transformação. Por outro lado, como exemplo de impactos socioeconômicos temos o encarecimento da matéria-prima, danos materiais à infraestrutura industrial, a interdição de vias de escoamento, suspensão do fornecimento de energia e das vias de comunicação.

**Quadro 9. Dimensão das avaliações e impactos para o setor industrial**

Exposição	Vulnerabilidades	Impactos Potenciais		Oportunidades	Ações de adaptação	
		Socioeconômico	Biofísico			
<b>Fenômenos Climáticos Extremos</b>	Parques industriais e Mineradoras localizados em regiões de topografia acentuada suscetíveis a deslizamentos ou em partes baixas do relevo, sujeitas à inundação	Redução da disponibilidade e qualidade da água	Aumento dos custos operacionais, de investimento e seguros	Desenvolvimento de novas tecnologias, sistemas e equipamentos para previsão, monitoramento de riscos	Mapeamento de áreas de risco  Disponibilização de ferramentas para acesso aos dados da rede de monitoramento e alertas em uma linguagem gerencial	
	Parques industriais e mineradoras distantes dos entrepostos	Redução da disponibilidade de matéria-prima e insumos	Diminuição ou interrupção da produção		Investimentos em serviços de ecossistemas	
	Parques industriais e mineradoras com captação hídrica concentrada nas redes públicas de distribuição e com matriz energética pouco diversificada (alta dependência das redes de distribuição)	Diminuição do conforto térmico, qualidade e segurança do ambiente de trabalho	Perdas na produção	Perda de competitividade	Desenvolvimento, implantação e fortalecimento de modelos de produção baseados nas potencialidades locais	Inclusão do “risco climático” em todas as ações de planejamento das indústrias
		Comprometimento dos recursos humanos		Diminuição da capacidade de geração de emprego e renda		Investimentos em reuso, dessalinização e fontes alternativas de obtenção de água e energia
		Danos à infraestrutura industrial (minas, edificações, maquinários etc.)	Comprometimento de logística		Fortalecimento dos sistemas sustentáveis de produção	
		Danos à infraestrutura de logística (vias rodoviárias, hidrovias e portuárias)				
	Indústrias com baixo aporte de investimento em adaptação dos parques industriais (edificações e equipamentos) e pesquisa e desenvolvimento	Danos à infraestrutura de energia e telecomunicações				



**Quadro 9 (CONTINUAÇÃO). Dimensão das avaliações e impactos para o setor industrial**

Exposição	Vulnerabilidades	Impactos Potenciais		Oportunidades	Ações de adaptação
		Socioeconômico	Biofísico		
Eventos climáticos gradativos	Elevação do nível do mar	Potencial perda de captação e qualidade da água Oxidação de estruturas metálicas e equipamentos Danos à estrutura portuária			
	Alteração nos padrões meteorológicos	Parques industriais e mineradoras localizados nas zonas costeiras  Parques industriais e mineradoras localizados em regiões vulneráveis ou dependentes de matérias-primas agrícolas, florestal ou da biodiversidade	Redução ou interrupção do fornecimento de matérias-primas  Diminuição do conforto térmico, qualidade e segurança do ambiente de trabalho		

## 5.3 Adaptação do setor indústria e mineração à mudança do clima

### 5.3.1 Relevância da adaptação para o setor

As atividades industriais e de mineração são sensíveis às variações climáticas devido à dependência direta de recursos naturais para o fornecimento de matéria-prima, bem como da integridade física da infraestrutura, seja de serviços públicos (água, esgoto, energia, logística e telecomunicações), sejam suas próprias instalações. Ainda existem incertezas quanto a associação da ocorrência de certos fenômenos climáticos à mudança do clima, entretanto, a evidência esparsa dos prejuízos econômicos e sociais de eventos climáticos nos últimos anos, bem como o atual cenário de escassez hídrica no sudeste, indica a importância da adoção de estratégias adequadas de adaptação, voltadas para a melhoria da gestão das oportunidades e dos riscos climáticos, para a atenuação das perdas econômicas e para o aumento da resiliência climática, assim como para o fortalecimento dos setores industrial e de mineração e suas respectivas cadeias produtivas.

Por outro lado, a indústria também pode desempenhar um papel positivo na promoção da resiliência climática de outros setores econômicos e da sociedade como um todo, por meio da sua capacidade de inovação, de seus recursos técnicos e tecnológicos, da

capacidade de engajamento da cadeia que potencializa a eficácia das ações, assim como da capacidade de resposta a eventuais planos de contingência, com ações eficazes que minimizem os danos às pessoas e aos meios afetados.

Características intrínsecas do setor, como sua grande heterogeneidade e a dependência de infraestruturas públicas, tornam mais desafiador o delineamento de ações de adaptação. Tais ações devem primar pela combinação de diferentes estratégias de resposta, baseadas nos mapeamentos das vulnerabilidades regionais e dos impactos potenciais, na ampliação da tolerância a riscos, nos serviços dos ecossistemas e na possibilidade de explorar as oportunidades. O uso de recortes como porte, setor de atuação e localização geográfica facilitam a identificação das vulnerabilidades, bem como as medidas adequadas de adaptação.

Os riscos físicos da mudança do clima podem afetar as atividades da indústria e mineração de diferentes formas, demandando estratégias diferentes de adaptação segundo a capacidade de influência da indústria e de engajamento da cadeia (Figura 5). A identificação de oportunidades de negócios em adaptação é importante para o fortalecimento da cadeia de valor. Vulnerabilidades associadas às operações centrais, cadeias de valor ou meio externo, demandam diferentes estratégias de adaptação. No âmbito das

operações centrais, a indústria possui maior autonomia para implementação das medidas de adaptação necessárias, porém esta influência diminui à medida que se passa para a cadeia mais ampla de valor e reduz-se drasticamente quando se trata de medidas de adaptação do meio

externo (infraestrutura pública e privada do setor elétrico e de abastecimento), demandando maior atuação e articulação com o setor público e os demais setores da economia.



**Figura 5. Zona de Influência da adaptação da Indústria<sup>14</sup>**

14 SUSSMAN and FREED, 2008. Adapting to climate Change: A Business Approach. Pew Center on Global Climate Change. Adaptado do documento “Contribuições Preliminares da Indústria – CNI”, disponível no endereço eletrônico: [http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80182/Contribuicoes\\_Preliminares\\_PNA\\_Sector%20Industrial\\_CNI.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80182/Contribuicoes_Preliminares_PNA_Sector%20Industrial_CNI.pdf), acessado em 11/03/15.

Além disso, a mudança do clima pode aumentar a exposição da indústria aos riscos não físicos, como os riscos reputacionais e de mercado, em consequência, por exemplo, do aumento no custo de investimentos, seguros e insumos, e da diminuição de medidas financeiras. Os impactos potenciais sobre o setor industrial podem extrapolar os prejuízos econômicos e estruturais, com efeitos também sobre a capacidade industrial de geração de trabalho e renda.

### 5.3.2 Transversalidade das Vulnerabilidades e Medidas de Adaptação

Os impactos da mudança do clima nos outros setores econômicos também geram reflexos para a indústria e demandam a construção de estratégias conjuntas de adaptação (Figura 6). Tendo em vista o processo de elaboração do PNA, podemos citar os seguintes setores como os mais relevantes para a redução da exposição e vulnerabilidade do setor empresarial:

- **Recursos hídricos:** A água é um dos vetores chaves no âmbito dos impactos biofísicos e socioeconômicos. Mudanças no padrão pluviométrico ou eventos extremos que afetem a disponibilidade ou a qualidade da água utilizada pela indústria em seus processos, demandam a elaboração de estratégias de adaptação em diferentes escalas no curto, médio e longo prazo, pois podem afetar drasticamente o nível de atividade industrial, causando aumento de custos ou inviabilizando de-

terminados segmentos intensivos no uso desses recursos.

Serão essenciais para enfrentamento desses cenários, o apoio e incentivo às iniciativas que direcionem para uma melhoria na eficiência hídrica dos processos industriais, assim como reuso de água.

- **Agricultura:** Esse setor fornece insumos básicos para diversos segmentos industriais como papel e celulose; siderurgia; alimentos e bebidas; mineração; química, entre outros. Alterações na disponibilidade desses insumos podem afetar a continuidade das operações desses setores.

- **Biodiversidade:** Diversos segmentos industriais como a indústria farmacêutica, cosmética, de biocombustíveis, de base florestal, química etc., são potencialmente afetados pela redução da biodiversidade e seus serviços ecossistêmicos associados, responsáveis pela provisão de água, matéria-prima, regulação do clima, ciclagem de nutrientes, polinização, dispersão de sementes, dentre outros. Impactos negativos na biodiversidade e seus serviços ecossistêmicos associados podem ocasionar riscos econômicos, além de perda de oportunidades de geração de valor, como: criação de produtos inovadores e aumento da competitividade.

- **Zona Costeira:** Grande parte das instalações industriais se situa próxima às zonas costeiras e será afetada pela elevação do nível do mar. A diminuição de vazão dos rios e o aumento do nível do mar podem aumentar a intrusão salina causando

um potencial problema de captação de água do setor industrial nas áreas costeiras e, em especial, nas áreas próximas à foz dos rios.

- **Infraestrutura (energia, transporte, telecomunicação, cidades):** O aumento da resiliência das infraestruturas críticas é indispensável para efetividade das iniciativas de adaptação da indústria.
- **Saúde:** Os eventos extremos do clima apresentam riscos para a saúde e segurança dos trabalhadores, principalmente aqueles envolvidos em atividades em ambiente externo, como nas mineradoras e na construção civil. As temperaturas mais quentes poderão afetar o recrutamento dos trabalhadores, retenção, segurança e produtividade, além de aumentar os riscos de acidentes.



**Figura 6. Transversalidade das medidas de adaptação**

## 5.4 Diretrizes

O Setor Público, mais do que qualquer outro setor, tem a capacidade de modelar as repercussões da mudança do clima, garantindo que os desafios para adaptação da sociedade como um todo sejam adequadamente enfrentados.

As diretrizes propostas neste capítulo buscam orientar a criação de políticas que facilitem a adoção de medidas de adaptação pelo setor privado, e promovam a introdução da perspectiva de adaptação na decisão dos atores públicos e privados de forma que também sejam articuladas e convergentes com as políticas dos demais setores.

No processo de revisão do Plano Indústria e do Plano Mineração de Baixo Carbono, essas diretrizes servirão de base para a formulação de um Plano de Ação de Adaptação, complementar às iniciativas de mitigação dos respectivos Planos.

Considerando as contribuições preliminares encaminhadas pela Câmara Técnica de Adaptação da Confederação Nacional da Indústria, as discussões no âmbito do GT Adaptação do Grupo Executivo do CIM (GEX) e subsídios do “Mapeamento do Estado da Arte no Tópico de Adaptação no Brasil”, elaborado pelo Centro de Estudos de Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas, foram formuladas as seguintes diretrizes:

### **1. Aprofundar o conhecimento sobre os impactos e vulnerabilidades específicos para os subsetores industriais:**

Essa diretriz deve ser desenvolvida em conjunto com iniciativas que fomentem a pesquisa de impactos, vulnerabilidades, oportunidades e medidas adaptativas adequadas para cada subsetor industrial e porte de empresa, visando a consolidação de base de dados, definição de indicadores, mapeamento das áreas de risco com menor escala e maior resolução (*downscaling*) e disponibilidade de informação acessível para tomada de decisão e construção de planos de prevenção.

### **2. Estabelecer um arcabouço institucional facilitador da implementação das medidas de adaptação:**

Adoção de medidas de adaptação efetivas demanda um ambiente institucional que promova a inclusão da perspectiva de adaptação e a gestão do risco climático nas empresas sem comprometer a competitividade da economia nacional. Essa diretriz deve fomentar a organização da informação sobre a adaptação, consolidação de fóruns intersetoriais de discussão, fomento a estratégias conjuntas de adaptação, bem como viabilizar o acesso a fontes e mecanismos de incentivo para a operacionalização de medidas de adaptação.

### **3. Desenvolver ferramentas de apoio ao processo decisório em Adaptação na Indústria:**

A adoção de estratégias de adaptação será favorecida pelo desenvolvimento de ferramentas adequadas para incorporar o conhecimento sobre os impactos e vulnerabilidades e facilitar o processo da tomada de decisão no nível estratégico e operacional. Exemplos de ferramentas que podem ser desenvolvidas sob orientação dessa diretriz são: incentivos fiscais e creditícios; guias práticos de estratégias de adaptação (*templates*); desenvolvimento de mapas simplificados de prováveis impactos no curto, médio e longo prazos com base nos cenários climáticos projetados, com informações traduzidas para uma linguagem gerencial.

### **4. Sensibilizar as micro e pequenas empresas para introdução do tema de adaptação na agenda de sustentabilidade:**

As Micro e Pequenas Empresas (MPE) constituem o maior número de empreendimentos industriais e frequentemente são os mais vulneráveis e com menor capacidade autônoma de adaptação. Portanto, é importante a atuação conjunta com os órgãos de apoio às MPE para promover ações específicas de capacitação e financiamento a investimentos adaptativos, elaboração de guias de orientação e planos de continuidade de negócios para adaptação aos desastres.

**5. Introduzir a consideração do risco climático nas políticas públicas do setor e fomentar sua consideração nas decisões empresariais:** O enfrentamento da mudança do clima requer progressiva inclusão de medidas para mitigar o risco climático nas políticas públicas e a introdução dos cenários climáticos no planejamento governamental. Também deve ser promovida a inclusão da perspectiva de adaptação nas decisões empresariais no que tange à localização de instalações, cadeia de fornecedores, estratégias logísticas e comunicação, a fim de identificar impactos, analisar as vulnerabilidades e implementar medidas de adaptação.

**6. Fomentar o segmento da Indústria de bens de capital que favoreçam o aumento da resiliência da sociedade:** Essa diretriz visa orientar a elaboração de políticas específicas para o desenvolvimento da indústria de produtos e equipamentos que favoreçam a adaptação e o aumento da resiliência, tais como equipamentos para reuso, dessalinização da água, obras civis, conforto térmico, automatização de atividades em ambiente externo etc.

**7. Fomentar, em conjunto com a Confederação Nacional da Indústria (CNI), uma estratégia de articulação com Sindicatos e Federações de Indústria para o desenvolvimento de estratégias conjuntas de gerenciamento do risco climático em indústrias localizadas em regiões sensíveis:** A territorialidade dos fenômenos de adaptação impõe a necessidade de uma ampla articulação com os atores envolvidos nos níveis municipal, estadual e federal. Frequentemente, são as representações locais que exercem esse papel de articular a dimensão setorial com a dimensão local da indústria sendo, portanto, atores necessários nas atividades de avaliação e planejamento da adaptação, sobretudo em áreas sensíveis.

**8. Fomentar práticas de Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE), como ferramenta para incremento da resiliência territorial e industrial:** As medidas adaptativas voltadas para diminuição da vulnerabilidade dos territórios aos impactos potenciais da mudança do clima reduzem de forma sinérgica a vulnerabilidade do setor industrial. Nesse contexto, o uso da biodiversidade e dos serviços ambientais, como parte de uma estratégia de adaptação aos efeitos adversos da mudança do clima, pode ser uma alternativa para o incremento da resiliência climática do setor industrial. Por exemplo, iniciativas regionais de investimento em programas de manejo e recuperação de bacias hidrográficas poderiam contribuir para preservação dos mananciais e garantir a sustentabilidade do fornecimento de água.





## Estratégia de Infraestrutura



Plano Nacional de Adaptação  
à Mudança do Clima



## 6.1 Introdução

O termo infraestrutura refere-se, usualmente, a uma ampla gama de setores, cuja integração em termos físicos e operacionais é crucial para o funcionamento da economia e da sociedade moderna. Nesta estratégia foram abordados os setores de Transportes, Mobilidade Urbana e Energia. Estes setores são estratégicos para o desenvolvimento do país e vem sendo objeto de investimento do governo federal e demais entes da federação, bem como da iniciativa privada. Empreenderam um esforço conjunto para elaboração deste documento o Ministério dos Transportes, das Cidades e de Minas e Energia, que também são os pontos focais para esta estratégia.

O setor de Transportes, tratado neste Plano, constitui-se da infraestrutura física e operacional dos vários modos de transporte de pessoas e cargas entre diferentes cidades e regiões do país, contemplando rodovias, ferrovias e hidrovias federais.

Quanto ao setor de Mobilidade Urbana, considerou-se os diferentes modos de deslocamento de pessoas e mercadorias dentro das cidades, que inclui os motorizados e os não motorizados, os coletivos e os individuais,

os públicos e os privados, tanto no que se refere à infraestrutura física (vias, integrações, sistemas), como aos serviços de transporte disponíveis.

O setor Energético, por sua vez, envolve a geração/produção, a distribuição/transporte e o consumo de energia, cuja importância reflete-se em todos os setores econômicos do país. A relevante participação de fontes renováveis na matriz energética nacional confere uma característica única de baixa emissão de carbono, considerando o contexto internacional.

De acordo com as projeções de clima futuro, o território brasileiro está sujeito a diversos impactos, associados a variações nos parâmetros climáticos, ocorrência de eventos extremos e elevação no nível do mar, os quais podem ocasionar diferentes efeitos em todos os setores de infraestrutura.

Além disso, ocorre uma forte interdependência entre os setores abordados neste capítulo, de forma que eventuais interrupções ou reduções de desempenho em algum deles resultam em efeitos recíprocos e sinérgicos nos demais, ao mesmo tempo em que determinados impactos climáticos podem afetar simultaneamente elementos de infraestrutura em mais de um dos setores.

Neste contexto, **o objetivo deste capítulo é apresentar, para os setores de Transporte, Mobilidade Urbana e Energia, os impactos e vulnerabilidades associados à mudança do clima, bem como diretrizes para enfrentá-los.** Tais aspectos interagem entre si e devem ser observados em conjunto no planejamento da adaptação. Assim, foram estabelecidas diretrizes de adaptação, voltadas à redução da vulnerabilidade dentro do escopo de cada setor.

## 6.2 Transportes

### 6.2.1 Introdução setorial

A infraestrutura brasileira de transportes é representada pelo Sistema Nacional de Viação (SNV<sup>15</sup>), disposto na Lei nº 12.379/2011, se constitui como a infraestrutura física e operacional dos vários modos de transporte de pessoas e mercadorias, sob jurisdição dos diversos entes da Federação. Neste item sobre adaptação à mudança do clima voltada ao setor dos transportes, será dada ênfase ao transporte de carga no Brasil por meio dos modos rodoviário, ferroviário e hidroviário.

O Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT), desenvolvido pelo Ministério dos Transportes, é o principal documento para o planejamento do

setor de transportes no Brasil, dotando-o de estrutura permanente de gestão, com base em sistema de informações georreferenciadas. Naquele Plano estão os principais dados de interesse do setor, tanto na oferta quanto na demanda, buscando, dentre outros objetivos, a adequação da matriz de transportes de cargas, de forma a privilegiar a utilização das modalidades de maior eficiência produtiva.

A atual distribuição modal da matriz brasileira de transportes regionais de cargas aponta para uma maior concentração de operações utilizando-se do modo rodoviário, com aproximadamente 52% da carga total transportada no país. Em seguida, encontram-se os modos ferroviários (30%), navegação de cabotagem (8%), hidroviário (5%) e dutoviário (5%)<sup>16</sup>.

Em termos quantitativos, a malha rodoviária brasileira apresenta uma extensão total de 1.720.755 km, sendo a maior parte delas não pavimentada (78,6%), seguida das pavimentadas (12,3%) e das planejadas (9,1%). Ressalta-se que, dentre as rodovias pavimentadas, 45,8% são estaduais e 36,4% são federais.

A malha ferroviária nacional é composta por aproximadamente 28.000 km de extensão, enquanto o sistema hidroviário brasileiro de navegação interior possui extensão total aproximada de 63.000 km distribuídos em doze

---

15 O SNV é composto pelo Sistema Federal de Viação (SFV) e pelos sistemas de viação dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios, compreendendo, dentre outros, os sistemas rodoviário, ferroviário e aquaviário.

---

16 Plano Nacional de Logística e Transporte (2011)

bacias, da qual cerca de 21.000 km são considerados navegáveis e, destes, identificou-se navegação comercial em 6.500 km, em 2012<sup>17</sup>.

Conforme se observa, o Brasil dispõe de relevante matriz de transportes, a qual passa por um processo de retomada da expansão e modernização de sua infraestrutura, denotando a importância de se realizar a abordagem dos aspectos climáticos que apresentam potencial interação com a vulnerabilidade do setor, principalmente o transporte de cargas, tanto em termos operacionais como de conservação dos seus ativos físicos.

Nesse contexto, visando compor o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, foi lançado pelo pelo Ministério dos Transportes, em 2013, o Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação e Adaptação a Mudanças do Clima (PSTM), reforçando a base do compromisso do Governo Federal com a política sobre mudança do clima, sem que se percam as condições de competitividade e de desenvolvimento econômico e socioambiental.

### 6.2.2 Impactos e vulnerabilidades

Assim como outros setores, a infraestrutura de transporte de cargas pode ser afetada por cenários de aumento de temperatura, pluviosidade e intensidade dos ventos, os quais podem ocasionar impactos diretos e indiretos

nos transportes rodoviário, ferroviário e hidroviário (MACARTHUR, 2013; FGV, 2013). Dentre os impactos diretos, os mais usuais são as enchentes e os deslizamentos, muitos deles causados por eventos extremos (INPE, 2010). Como um dos exemplos de impactos das precipitações intensas para o setor de transportes, tem-se as inundações em estradas e ferrovias.

Estradas não pavimentadas, 78,6% de toda a malha rodoviária brasileira, são mais vulneráveis a uma série de fatores climáticos, especialmente às precipitações mais intensas, que podem levar à interrupção da via (ARNDT; CHINOWSKYT, 2012). Essa situação pode chegar a interromper a conexão dos diversos modos de transporte. Ainda, pode elevar o custo do setor por meio de medidas de segurança adicionais que devem ser adotadas na infraestrutura da própria via ou através da utilização de rotas alternativas que são, na maioria das vezes, mais extensas (UNCTAD, 2009; UNECE & UNCTAD, 2010).

Essas estradas, quando saturadas, apresentam pressões excessivas no subleito, deformando-o e fissurando o asfalto. Com as precipitações intensas, muda-se o cenário projetado, podendo causar impactos nas estradas pavimentadas existentes, assim como aumento de custos para estruturas adicionais (permeação) das construções do sistema rodoviário.

O Quadro 10 relaciona algumas variáveis climáticas e suas alterações, com possíveis impactos na infraestrutura rodoviária, a partir de estudos desenvolvidos em diferentes países.

**Quadro 10. Impactos de eventos extremos em sistemas de transporte**

País	Variável climática	Alteração esperada	Impactos esperados da alteração da variável climática
Canadá	Temperatura	Elevação das temperaturas máximas e mínimas (principalmente no inverno)	Aumento da frequência dos ciclos de congelamento – descongelamento com deterioração do pavimento
	Precipitação	Aumento de intensidade e frequência	Aumento da presença de detritos na pista, deslizamentos de terra, inundações e alterações no dimensionamento de pontes e bueiros
	Nível do mar	Elevação do nível médio	Inundação e danos em rodovias, calçados e instalações marítimas situadas em áreas baixas
Holanda/ Reino Unido	Precipitação	Aumento no inverno e redução no verão	Risco de inundações e danos associados à capacidade insuficiente de drenagem
	Nível do mar	Elevação do nível médio e a consequente elevação do nível das águas subterrâneas	Inundação, problemas com material leve usado nas camadas de base (EPS – Expanded Polystyrene), contaminação pela lixiviação de cinzas utilizadas na sub-base
Austrália	Temperatura	Elevação geral	Alterações no clima, que ficando mais seco acarreta perda da qualidade dos ligantes asfálticos e redução da vida útil do material betuminoso
	Precipitação	Redução de intensidade e frequência	

Fonte: Adaptação de *Technical Committee D.2 Road Pavements* (2012) apud Projeto 2040 (SAE, 2015)

O aumento da precipitação e de eventos de inundação podem ocasionar processos erosivos, prejudicando as vias e as condições em estruturas metálicas, como as pontes. Se estas estruturas possuírem partes de concreto antigas e com falta de manutenção, há um maior risco de sofrerem com um aumento da umidade e infiltração (SOO HOO & SUMITANI, 2005). Da mesma forma as estradas também poderiam tornar-se estruturalmente instáveis pela erosão subsuperficial, resultando em aumento das despesas de manutenção (CNRA, 2009).

Outro impacto ocasionado diretamente pelo aumento das chuvas ou pelas tempestades extremas, as quais provavelmente ocorrerão com maior frequência, é a geração de enxurradas além do qual o sistema de drenagem é projetado para suportar, sobrecarregando o sistema atual (SOO HOO & SUMITANI, 2005).

De forma geral, os impactos previstos no transporte terrestre, como resultado de fortes precipitações ou inundações são (OSWALD, 2009): (1) aumento da inundação de estradas, pontes baixas e túneis; (2) aumento da frequência e da gravidade do transbordamento do sistema de drenagem; (3) aumento da inundação de rotas de evacuação; (4) atrasos e interrupções de tráfego de veículos; (5) incidência de catástrofes em estradas causados por deslizamentos de terra e erosão; (6) lavagem das sustentações das pontes e umidade nas fendas, com deterioração da estrutura

e deslocamento de tabuleiros; (7) destruição de sinalização de rodovias e pontes. Todos estes impactos resultariam em problemas na circulação ou na interrupção de viagens.

Na navegação interior, o impacto dos eventos extremos de precipitação e o acréscimo de dias da estação chuvosa podem elevar o nível de água, aumentando a frequência de períodos de cheias, o que pode vir a paralisar o tráfego de embarcações, por questões de segurança, gerando impacto econômico substancial (MIDDELKOOP et al., 2001; KREKT et al., 2011).

Em contraposição, os períodos de seca, também cada vez mais frequentes, podem causar quedas do nível de água, aumentando o número médio anual de dias nos quais a navegação interior é dificultada ou estagnada devido à capacidade limite de transporte dos rios (MIDDELKOOP et al., 2001), e mesmo que melhorias sejam realizadas nos canais de navegação, elas tendem apenas a aliviar parcialmente esses problemas. Além disso, baixos níveis de água obrigam as embarcações de navegação interior a usarem apenas parte de sua capacidade máxima, aumentando consideravelmente os custos de transporte para esse modo (KOETSE & RIETVELD, 2007).

Em geral, mudanças na temperatura tendem a impactar a infraestrutura de transportes, tais como pontes e trilhos, e agravar a deterioração das estradas e ferrovias, exigindo manutenções mais frequentes (SOO HOO & SUMITANI, 2005). O aumento de dias com alta temperatura eleva o risco de deterioração prematura da infraestrutura de transporte através da expansão térmica das juntas de pontes, aumento das deformidades do pavimento e alterações nos períodos de atividade de construção (IPCC, 2007; OSWALD, 2009).

É verdade que em estruturas metálicas, os materiais utilizados apresentam algum grau de contração e expansão de forma a resistir a mudanças de temperatura (MEYER, 2008). Todavia, as incertezas sobre a mudança do clima futura e os limites aceitáveis dos projetos de infraestrutura representam um risco aos diferentes tipos de transportes (IPCC, 2007).

Por exemplo, em rodovias, a degradação do pavimento está diretamente relacionada ao estresse térmico que pode levar ao amolecimento do material asfáltico quando as temperaturas excedem os limites do projeto (LAVIN, 2003). Na navegação interior, o aquecimento leva à redução dos níveis de água a partir da diminuição da vazão proporcionada pela evaporação da água (LEMMEN & WARREN, 2010).

Devido ao aumento da temperatura da superfície do mar, fenômenos de tempestades tropicais, como ventos fortes tornam-se mais frequentes (OSWALD, 2009). Estes ventos podem causar: (1) a diminuição da estabilidade de tabuleiros de pontes, (2) aumento de interrupções de viagens no transporte rodoviário e ferroviário devido ao bloqueio de pistas e linhas por detritos ou árvores caídas e pedregulhos, e (3) maior probabilidade de falha na infraestrutura rodoviária.

Como visto anteriormente, as variações sazonais das condições meteorológicas podem trazer, além de impactos diretos, impactos indiretos no setor de transportes e em outros setores da economia. Na agropecuária por exemplo, os problemas decorrentes da logística de escoamento da produção devem ser agravados devido aos impactos da mudança do clima no setor de transporte, principalmente o modo rodoviário (FGV, 2013).

Provavelmente, os custos de transporte aumentarão com os desastres naturais e novas rotas seriam procuradas para o escoamento de produtos, fazendo com que fossem rompidas as cadeias de fornecimento tradicionais (BECKER et al., 2012). O aumento de eventos extremos também pode afetar a passagem através de sistemas de bloqueio e aumentar os custos de manutenção de embarcações, carros e trens, resultando em maior



tempo de atrasos e custos (IPCC, 2007; POTTER et al., 2008; UNCTAD, 2009).

Impactos em série, gerados para a rede de transportes, podem levar à perda de ativos de infraestrutura, afetando negativamente a recuperação e resiliência de todo o setor, já que a infraestrutura de transporte representa substancial investimento nacional.

Nesses aspectos, para o transporte de carga, a adaptação pode ser pensada como a resposta do setor aos impactos climáticos advindos dos eventos de clima esperados para o país. O desenvolvimento social e o crescimento econômico de um país demandam, permanentemente, que sejam investidos recursos em infraestrutura de transportes para a manutenção ou redução dos custos de produção de bens e serviços, bem como para melhorar a circulação territorial de seus habitantes, ainda mais durante eventos climáticos críticos.

Muitas vezes, analisar a capacidade adaptativa e gerir os sistemas de transporte em resposta a mudança do clima representa um processo complexo, uma vez que a infraestrutura de transporte está interconectada e dependente de outros sistemas. Além disso, os impactos potenciais não são isolados por região geográfica, mas interdependentes sobre os impactos que cercam a outros meios de transporte.

Todavia, frente à necessidade de restabelecimento ou manutenção

do transporte de cargas entre regiões em face dos estressores climáticos, um exemplo de capacidade adaptativa envolve a existência de rotas alternativas ou mudanças modais que possam ser utilizadas no caso de interrupção de determinados trechos de uma estrada principal, premissas consideradas no Sistema Nacional de Viação e no Plano Nacional de Logística e Transportes.

O Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT), tem como objetivo principal resgatar o planejamento estratégico no setor de transportes brasileiro. Além disso, objetiva também a formação de uma base de dados sob estrutura georreferenciada, a fim de permitir a modelagem de transportes e avaliação de projetos orientados para que o resultado do planejamento estratégico dos transportes seja atendido a longo prazo.

Os projetos preveem, ora a ampliação de capacidade das vias em eixos estratégicos da rede viária nacional, ora a implantação de “elos” faltantes nessa rede, pela expansão de novos trechos que permitem redirecionar o transporte de cargas e, principalmente, integrar o modo de transporte rodoviário ao ferroviário e/ou fluvial. Ainda, nesse contexto, se inserem os projetos de integração logística em pontos estratégicos para saída de cargas, como os portos e aeroportos.

A principal finalidade é atender à meta de promover um equilíbrio da matriz de transporte de cargas no país. Essa meta

corresponde à estratégia de garantir ao setor a capacidade de responder aos danos potenciais em meio a predisposição dos padrões construtivos dos ativos em áreas ou regiões passíveis de serem adversamente afetadas por estressores climáticos, tornando o sistema menos vulnerável à mudança do clima.

Adicionalmente ao PNLT, o Ministério dos Transportes tem buscado aprimorar ainda mais o transporte de cargas e passageiros por hidrovias com um plano estrutural, eficiente e sólido, através do Plano Hidroviário Estratégico (PHE), que se concentra nas atividades relacionadas ao Transporte Hidroviário Interior de forma a integrar as políticas desse setor com as demais políticas nacionais.

### **6.2.3 Diretrizes para a adaptação**

Algumas das questões estratégicas para o setor de transportes diretamente relacionadas à mudança do clima, se traduzem em atender a meta de promover um equilíbrio da matriz de transporte de cargas no país, possibilitando ao setor responder aos danos potenciais. Nesse sentido, pode-se tornar o sistema menos vulnerável e, ao mesmo tempo, garantir a intermodalidade, como acesso a portos, terminais ferroviários e aéreos, que proporcionem a saída de mercadorias e pessoas durante a ocorrência de eventos climáticos críticos.

A racionalização da matriz de transportes de carga, cujo planejamento vem sendo objeto de atenção do Governo, requer uma série de medidas institucionais e o aporte de significativos investimentos.

Por fim, este Plano levanta diretrizes a serem adotadas pelo Setor Transportes, de acordo com as necessidades de adaptação frente às possíveis mudanças do clima:

1. Promover maior envolvimento do setor de transportes nas questões de adaptação à mudança do clima, através de capacitação e disseminação de informações.
2. Considerar, no que couber, as questões de adaptação à mudança do clima em seus planos, programas e projetos institucionais.
3. Elaborar estudos e pesquisas sobre a relação da mudança do clima com a vulnerabilidade da infraestrutura de transportes, visando subsidiar as políticas públicas, o planejamento e a identificação de soluções para o setor, considerando a Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE).
4. Avaliar a possibilidade de existência de co-benefícios e sinergias entre mitigação e adaptação relacionadas às diferentes alternativas aplicadas ao setor de transportes.
5. Aprimorar a produção e disponibilização de informações sobre eventos extremos relacionados ao sistema de transporte.
6. Aumentar a capacidade de resposta do setor de transportes frente aos eventos climáticos extremos por meio de planos, protocolos de ação e medidas preventivas.

Dentro desse contexto, o Ministério dos Transportes assume o compromisso de internalizar as diretrizes de transporte regional estabelecidas neste PNA no âmbito do Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima (PSTM), cujo prazo deverá ser definido pelo Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM).

## 6.3 Mobilidade urbana

### 6.3.1 Introdução

As diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) foram instituídas por meio da Lei nº 12.587, publicada em 3 de janeiro de 2012 (conhecida por Lei da Mobilidade Urbana). Tal norma definiu mobilidade como “a condição em que se realizam os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano”, o que é fundamental para viabilidade das atividades econômicas e não econômicas nas cidades, onde se

concentram cerca de 84% da população brasileira (IBGE, 2010).

Conforme a citada Lei, o Sistema Nacional de Mobilidade Urbana é o conjunto organizado e coordenado dos modos de transporte, de serviços e de infraestruturas que garante os deslocamentos de pessoas e cargas no território do Município, e que inclui: modos motorizados e não motorizados; serviços de transporte urbano de passageiros e cargas; coletivos e individuais; públicos e privados; vias e demais logradouros públicos; inclusive metroferrovias; hidrovias e ciclovias; estacionamento; terminais; estações e demais conexões; pontos para embarque e desembarque de passageiros e cargas; sinalização viária e de trânsito; equipamentos e instalações; e instrumentos de controle; fiscalização; arrecadação de taxas e tarifas e difusão de informações.

Neste contexto, a mobilidade urbana em diversas cidades brasileiras está sujeita a perturbações e outros efeitos decorrentes de eventos e condições climáticas como, alagamentos e inundações, variações de temperatura, entre outros (aqui referidos por impactos climáticos). Tais impactos podem se tornar mais frequentes ou mais severos a depender das variações climáticas futuras e das características de cada localidade, gerando possíveis perdas econômicas e de bem-estar da população.

Neste sentido, a adaptação no setor de mobilidade urbana se faz necessária para salvaguardar a infraestrutura de transportes e seu valor inerente, garantir a confiabilidade da

mobilidade e das atividades econômicas, e assegurar a qualidade de vida e segurança da população urbana.

A atuação dos entes federados nesta temática deverá ser compatível com o disposto na Lei da Mobilidade Urbana, cabendo ao Ministério das Cidades o papel relativo à esfera federal, sendo que diversos instrumentos de efetivação da PNMU, como por exemplo, o Plano de Mobilidade Urbana, devam ser implementados no âmbito dos governos locais.

Em aderência às diretrizes da PNMU, e visando compor o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, foi lançado o Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima (PSTM), pelo Ministério das Cidades, em junho de 2013, cujas próximas revisões deverão estar alinhadas com o PNA.

### 6.3.2 Impactos e vulnerabilidades

A mudança do clima ocorrerá de forma heterogênea no território brasileiro (vide volume I do PNA), tanto no que se refere a alterações graduais em parâmetros climáticos de temperatura e precipitação, como ao comportamento de eventos extremos, os quais possuem maior grau de incerteza.

Quanto ao nível do mar, projeta-se uma elevação ao longo do século, cujos efeitos também podem ser intensificados pela potencial ocorrência de eventos climáticos extremos, como tempestades intensas associadas a baixas pressões e

fortes ventos, gerando sobreelevações e ondas maiores que o normal, representando um risco às cidades brasileiras localizadas ao longo da costa, cujas vulnerabilidades podem ser melhor observadas a partir do capítulo “Estratégia de Zonas Costeiras”, deste Plano.

A vulnerabilidade na mobilidade urbana é resultado da interação entre diversos aspectos, como as condições climáticas em si, a exposição, a sensibilidade e a capacidade adaptativa vinculados. Cabe ressaltar que a influência de tais fatores difere de acordo com a localização e as características específicas de cada aglomerado urbano, de forma que os potenciais impactos podem apresentar grande variação, inclusive dentro de uma mesma localidade, sobretudo em se tratando de grandes cidades.

O aspecto da exposição está associado aos sistemas e elementos da infraestrutura dos diferentes modos que potencialmente estão sujeitos a impactos climáticos, podendo se refletir em danos a ativos físicos, reduções de desempenho ou interrupções no deslocamento de pessoas e cargas, bem como interferir direta ou indiretamente nas escolhas de viagens pela população que, naturalmente, também estão expostas sob o ponto de vista socioeconômico.

Assim, de acordo com os cenários de mudança do clima projetados para o território brasileiro, destacam-se os seguintes aspectos climáticos com impactos na mobilidade urbana:

Aumento da temperatura média, ocorrência de ondas de calor e agravamento do efeito de “ilhas de calor”;

Aumento da precipitação e da ocorrência de eventos extremos (tempestades, vendavais), gerando alagamentos, inundações, deslizamentos de terra, queda de árvores, aumento do nível de lençóis freáticos, entre demais consequências;

Aumento médio do nível do mar e sobreelevações temporárias, associados a eventos extremos, ressacas e marés de tempestade, ocasionando inundações em áreas costeiras, aumento do nível de lençóis freáticos e da cunha salina, entre demais consequências;

Redução da precipitação, diminuindo a vazão e o nível de corpos d’água.

Tais aspectos climáticos representam o primeiro nível de um encadeamento, simplificado apresentado no quadro a seguir, permitindo-se observar

alguns de seus impactos negativos na mobilidade urbana, além daqueles sobre a infraestrutura.

**Quadro 11.** Potenciais impactos sobre a infraestrutura e a mobilidade urbana

Impacto climático	Potenciais impactos sobre a Infraestrutura	Potenciais impactos sobre a Mobilidade Urbana
Aumento de temperatura, ondas de calor e agravamento de ilhas de calor	<p>Deterioração e deformação de pavimentos e trilhos;                      Deterioração e deformação de elementos estruturais de pontes, viadutos e trincheiras;                      Fadiga de materiais de construção;                      Instabilidade de Taludes;                      Superaquecimentos e sobrecarga de equipamentos (arrefecimento de motores, climatização, sistemas elétricos de controle, sinalização e comunicação).</p>	
Aumento da precipitação e de eventos extremos	<p>Danos à infraestrutura devido a enchentes sobre vias*, terminais, estações e obras-de-arte especiais;                      Corrosão e deterioração de estruturas;                      Instabilidade de taludes, deslizamentos e quedas de árvores;                      Danos em equipamentos e sistemas elétricos (climatização, sistemas de controle, sinalização e comunicação);                      Danos a camadas de suporte das vias* (base/sub-base etc);                      Sobrecarga de sistemas de drenagem;                      Redução de visibilidade e aderência de veículos;                      Restrições à navegabilidade (passagens sob pontes etc).</p>	<p>Redução da segurança e/ou de desempenho dos modos de transporte;                      Redução do conforto de passageiros, pedestres e ciclistas;                      Aumento de tempos de viagem;                      Bloqueio de vias*;                      Restrições na logística de distribuição de produtos e serviços;                      Aumento de custos operacionais (como manutenção e substituição de ativos);                      Redução da participação de modos de transporte coletivo e não motorizado.</p>
Elevação e sobre-elevação do nível do mar	<p>Danos à infraestrutura devido a inundações costeiras;                      Erosão e corrosão de estruturas e materiais de construção;                      Danos a camadas de suporte das vias* (base/sub-base).</p>	
Redução da Precipitação	<p>Restrições à navegabilidade.</p>	

Fonte: AUTCC – Giz e EU Strategy, com adaptações SEMOB/MCidades

\*o termo “vias” contempla rodovias, ferrovias, metrovias, hidrovias, ciclovias e vias de pedestres



Os potenciais impactos sobre a infraestrutura de modos rodoviários e ferroviários apresentam algumas similaridades, como aqueles associados a obras de arte especiais, sistemas de drenagem, camadas de suporte das vias, à estabilidade de taludes, entre demais elementos.

Destaca-se, no entanto, que determinados sistemas apresentam sensibilidades específicas, como a possibilidade de flambagem e fadiga de trilhos, deformação/ruptura de cabos elétricos aéreos, deterioração de pavimentos, superaquecimento de motores, entres outros, associados a variações de temperatura. Este aspecto pode, ainda, gerar maior exigência sobre sistemas de resfriamento, além de desconforto aos usuários dos sistemas.

Quanto a eventos extremos, sabe-se que sistemas/estruturas superficiais se apresentam mais expostos e podem ser diretamente afetados. No entanto, o acesso a estações/terminais, ainda que subterrâneos, pode ser significativamente prejudicado. Ademais, impactos em elementos isolados de sistemas de transporte tendem a se propagar pela rede, sobretudo quanto menor for a sua flexibilidade, integração, abrangência e redundância. Deve-se considerar, neste contexto, não apenas rupturas completas em sistemas e modos de transporte, como também potenciais reduções de desempenho operacional.

No que se refere a elevações do nível do mar, destacam-se impactos associados a inundações costeiras (pela entrada da água do mar como da elevação de cursos d'água interiores), intrusão salina (o que gera oxidação de elementos da infraestrutura), erosão costeira, entre outros.

De forma geral, os impactos climáticos em questão afetam de forma direta ou indireta as condições de deslocamento das pessoas e a distribuição de insumos e de serviços dentro de uma cidade, além de aumentar a probabilidade de ocorrência de acidentes. Ainda, são gerados custos adicionais de manutenção, recuperação e/ou reconstrução de ativos eventualmente danificados/deteriorados, de maneira que determinados efeitos são percebidos imediatamente, enquanto outros se manifestam no médio ou longo prazo.

Cabe ressaltar que a severidade dos potenciais impactos em cada cidade depende não só das condições climáticas, mas também de atributos biofísicos e socioeconômicos do local.

Tomando-se como exemplo situações de chuvas intensas, a ocorrência de inundações, alagamentos e deslizamentos de terra depende de diversos fatores, como: relevo (declividade, depressões, várzeas), presença de corpos d'água, uso do solo (impermeabilização, presença de vegetação), tipos de solo, sistemas de drenagem urbana, entre outros.

Com relação ao aspecto socioeconômico, as condições de mobilidade de uma determinada localidade ou bairro, como a possibilidade de acesso a serviços de transporte público, qualidade das vias e calçadas, entre outras, também interferem na magnitude dos impactos. Em termos práticos, uma chuva forte causa maiores transtornos e impedimentos a populações presentes em áreas com menos oferta de serviços de transporte, que podem ser obrigadas a caminhar por maiores distâncias sob a chuva ou por vias inadequadas, aguardar por mais tempo pelo serviço de transporte, ou ficarem impedidas de acessar os serviços ou destinos pretendidos.

Com isso, a exposição das pessoas a restrições de mobilidade, pode induzir ou mesmo exigir a adoção de alternativas de deslocamento, seja de modos, rotas ou horários e, portanto, influencia o seu comportamento. Cabe ressaltar que as possibilidades de escolha e de reação de uma pessoa mediante condições climáticas adversas, podem ser condicionadas por seu nível de instrução, renda ou faixa etária, e as características da viagem pretendida (distância, custo, motivo etc.), denotando que as consequências aqui tratadas serão percebidas de forma diferente na população. Em adição, pessoas com mobilidade reduzida representam um grupo mais vulnerável nas situações descritas, o que enfatiza a importância da acessibilidade universal neste contexto.

Deve-se considerar, ainda, que interferências em outros setores podem se refletir na mobilidade urbana, como a distribuição de energia elétrica (queda de postes, falhas em sistemas de comunicação e sinalização, ou eventuais interrupções em sistemas de transporte eletrificados - metrô, veículo leve sobre trilhos - VLTs e outros). Políticas setoriais, como de desenvolvimento urbano, saneamento, resíduos sólidos urbanos e telecomunicações também possuem correlação com os impactos climáticos sobre a mobilidade urbana.

Segundo descrito, e tendo em vista as experiências vivenciadas no dia a dia das cidades brasileiras, os impactos aqui tratados estão associados não apenas a mudanças graduais no clima, mas sobretudo a eventos intensos de curta duração, a que estamos nos referindo por eventos extremos. Ressalta-se que não se tratam somente de eventos catastróficos, mas também daqueles de intensidade moderada e forte.

No que tange a estes eventos extremos, entende-se ser inviável eliminar completamente seus impactos, porém, a forma como as pessoas e os sistemas reagem para minimizar as suas consequências negativas, corresponde à ideia de resiliência, ou seja, a capacidade de antecipar, se preparar, responder e se recuperar de situações adversas.

O conceito de capacidade adaptativa no setor de mobilidade, por sua vez, se relaciona com os aspectos

de resiliência, abrangendo todo o conjunto de condições favoráveis para desenvolver e implementar medidas de adaptação, envolvendo dimensões como: institucionais, tecnológicas, de conhecimento e econômicas, que podem ser expressas em termos de estrutura, recursos, informações, análises e tecnologias disponíveis, assim como a existência de programas de mitigação e adaptação à mudança do clima e planos de mobilidade urbana. A predisposição dos agentes de governo, setor privado, academia e sociedade civil em atuarem sobre o tema, também contribui para a capacidade adaptativa.

No setor da mobilidade urbana, destaca-se a qualidade dos sistemas de transporte público como um fator de capacidade adaptativa, contemplando aspectos de abrangência, capacidade, integração, e alternativas de modos e rotas, o que cria condições para uma melhor gestão de eventuais rupturas, falhas ou perdas de desempenho de sistemas específicos, minimizando impactos sobre os deslocamentos.

Não obstante, pode-se citar outros exemplos de capacidade adaptativa: (1) disponibilidade de soluções técnicas (sistemas de drenagem e de bombeamento de água, proteção de equipamentos a intempéries, métodos construtivos, tecnologias de manutenção etc.); (2) articulação entre os entes setoriais, como os responsáveis pelo transporte e trânsito, saneamento, defesa

civil, bem como entre entes federativos, como os municípios em regiões metropolitanas e governos estaduais e federal; (3) existência de sistemas de alerta sobre condições meteorológicas e meios de comunicação à população, sobre a operação dos modos e rotas de transporte e alternativas; entre outros.

Por fim, associa-se a vulnerabilidade do setor de mobilidade urbana à combinação dos impactos climáticos atuais e projetados em uma localidade, às características biofísicas e socioeconômicas presentes, à infraestrutura e aos sistemas de transporte instalados, bem como aos padrões de deslocamento da população, em conjunto com a capacidade adaptativa existente. Destaca-se que quanto maior a capacidade adaptativa, menor a vulnerabilidade aos impactos.

### 6.3.3 Diretrizes para a Adaptação

No Brasil, mediante a perspectiva de crescimento das cidades, é oportuno que novas infraestruturas e sistemas de mobilidade urbana incorporem aspectos de adaptação. Tal providência requer, por sua vez, o planejamento do uso e ocupação do solo e alocação de infraestrutura de forma integrada com a avaliação de riscos climáticos, evitando-se gerar novas exposições e vulnerabilidades. Complementarmente, a adoção de conceitos urbanísticos sustentáveis de uso misto do solo e adensamento controlado, que minimizem as distâncias e/ou necessidades de viagens, podem

contribuir para a menor vulnerabilidade da mobilidade urbana à mudança do clima, bem como para reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

Não obstante, a infraestrutura de transportes existente deve ser revisitada a partir da perspectiva da minimização dos impactos climáticos, aproveitando-se não só dos ciclos de manutenção dos ativos como também requalificando e revisando especificações técnicas.

Sabe-se, ainda, que a qualificação do transporte público coletivo e de modos não motorizados, ao mesmo tempo em que provê a melhoria das condições de deslocamento da população, induz à maior participação destes modos na matriz de viagens das cidades. Da mesma forma, representa uma sinergia positiva entre os objetivos de adaptação com os de mitigação da mudança do clima, além dos benefícios inerentes à população e à economia.

Deve-se considerar, ainda, a adoção de soluções técnicas que confirmam maior proteção e resiliência na mobilidade urbana, contemplando medidas preventivas e de resposta que minimizem impactos de eventos extremos, tanto no deslocamento de pessoas como de cargas, e que reduzam custos e o tempo de recuperação de ativos eventualmente afetados. Esta abordagem será mais eficiente, a partir da identificação e priorização de rotas, infraestruturas e sistemas de transporte críticos, que devem ser capazes de

operar durante os eventos em questão, e de oferecer alternativas a modos mais vulneráveis. Portanto, essas soluções devem ser capazes de absorver elevações de demanda, sendo imprescindível o estabelecimento de sistemas de alerta e comunicação operacional e aos usuários.

Soluções como a implantação de áreas verdes, arborização, recuperação e proteção de leitos naturais e do entorno de corpos d'água, ou seja, medidas de Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE), devem ser consideradas como uma estratégia fundamental no âmbito de programas de adaptação e resiliência a serem elaborados em nível local, no sentido de minimizar os potenciais impactos aqui tratados. Invariavelmente, para a efetividade das ações de adaptação, se faz necessária a produção de conhecimento tanto em escala nacional como local, a disseminação de informações relevantes à população e o envolvimento das diversas esferas do setor público e do privado. Destaca-se que, muito embora os municípios brasileiros planejem e administrem autonomamente os seus sistemas de transporte, a articulação interfederativa permite uma maior sinergia entre os esforços, como, por exemplo, em regiões metropolitanas. Cabe salientar que potenciais perdas econômicas e demais prejuízos à população devem ser considerados no processo de tomada de decisão para a adaptação, que deve ser incorporada de forma intrínseca nas políticas e instrumentos do setor, e não

apenas como medidas adicionais ou pontuais.

Diante do exposto, tem-se a seguir diretrizes de adaptação para o setor de mobilidade:

1. Articulação institucional no âmbito governamental, visando harmonizar os planos e políticas de adaptação nacionais com os planejamentos e ações locais, envolvendo atores do setor privado, a sociedade civil e acadêmica;
2. Consideração de estudos de vulnerabilidade na mobilidade urbana para a elaboração de programas de adaptação e resiliência em nível local, integrados com setores relevantes;
3. Incorporação do planejamento para adaptação e resiliência no âmbito dos planos de mobilidade urbana, de forma integrada com o planejamento de uso e ocupação do solo nas cidades, considerando princípios de Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE);
4. Fortalecimento e qualificação da infraestrutura de transporte público coletivo e individual não motorizado, provendo condições que estimulem a maior participação destes modos na matriz de viagens urbanas, assegurando a integração intermodal e a flexibilidade do sistema;
5. Estímulo a estudos sobre a necessidade de revisão de padrões técnicos, tanto de projeto como de manutenção da infraestrutura de mobilidade urbana, incorporando a adaptação;
6. Promoção da conscientização sobre a mudança do clima e seus impactos na mobilidade, incentivando a população a se preparar e contribuir com a mitigação e a adaptação;
7. Disseminação de informações sobre a rede de transportes nas cidades;
8. Apoio à inovação em projetos que reduzam as emissões de carbono e aumentem a capacidade adaptativa à mudança do clima.

## 6.4 Energia

### 6.4.1 Introdução

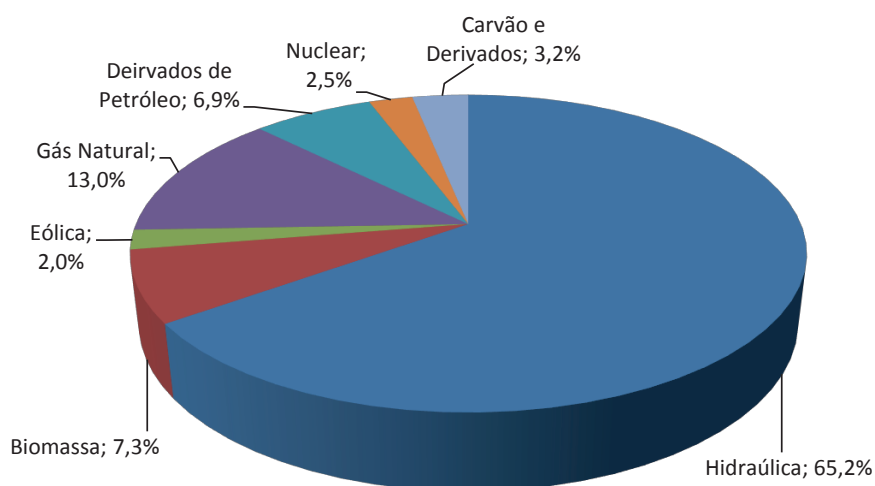
De modo destacado, as energias renováveis são tratadas com prioridade na matriz energética nacional, que tem como um de seus princípios básicos a diversificação das fontes. Para tanto, vários mecanismos são previstos e considerados na legislação com vista a atingir este compromisso.

Dada a proeminência das energias renováveis e sua ampla distribuição no território nacional, o grau com que os efeitos da mudança do clima podem impactar o setor faz com que a sua avaliação seja relevante, identificando as vulnerabilidades e as possíveis ações com vista à sua redução.

Ao estudarmos as vulnerabilidades do setor de energia aos impactos da mudança do clima, se destacam,

dentre outros setores energéticos, o de energia elétrica, cujos segmentos de geração, transmissão e distribuição serão analisados prioritariamente neste plano. Este complexo setor envolve a disponibilidade de energéticos por diversas fontes, sejam as de origem fóssil, sejam as de origem renovável.

A base da geração na Matriz Elétrica Nacional é a hidroeletricidade, sendo que as demais fontes renováveis e as fontes fósseis complementam o sistema. Essa configuração oferece ao setor uma característica de baixa emissão de gases de efeito estufa, única entre os sistemas elétricos de mesmo porte no mundo. O setor também compreende o sistema de transmissão que interconecta as diversas bacias hidrográficas, além de uma capacidade de geração adicional que é acionada em períodos de eventuais restrições hídricas. Apresenta-se na Figura 7 a Matriz Elétrica Nacional:



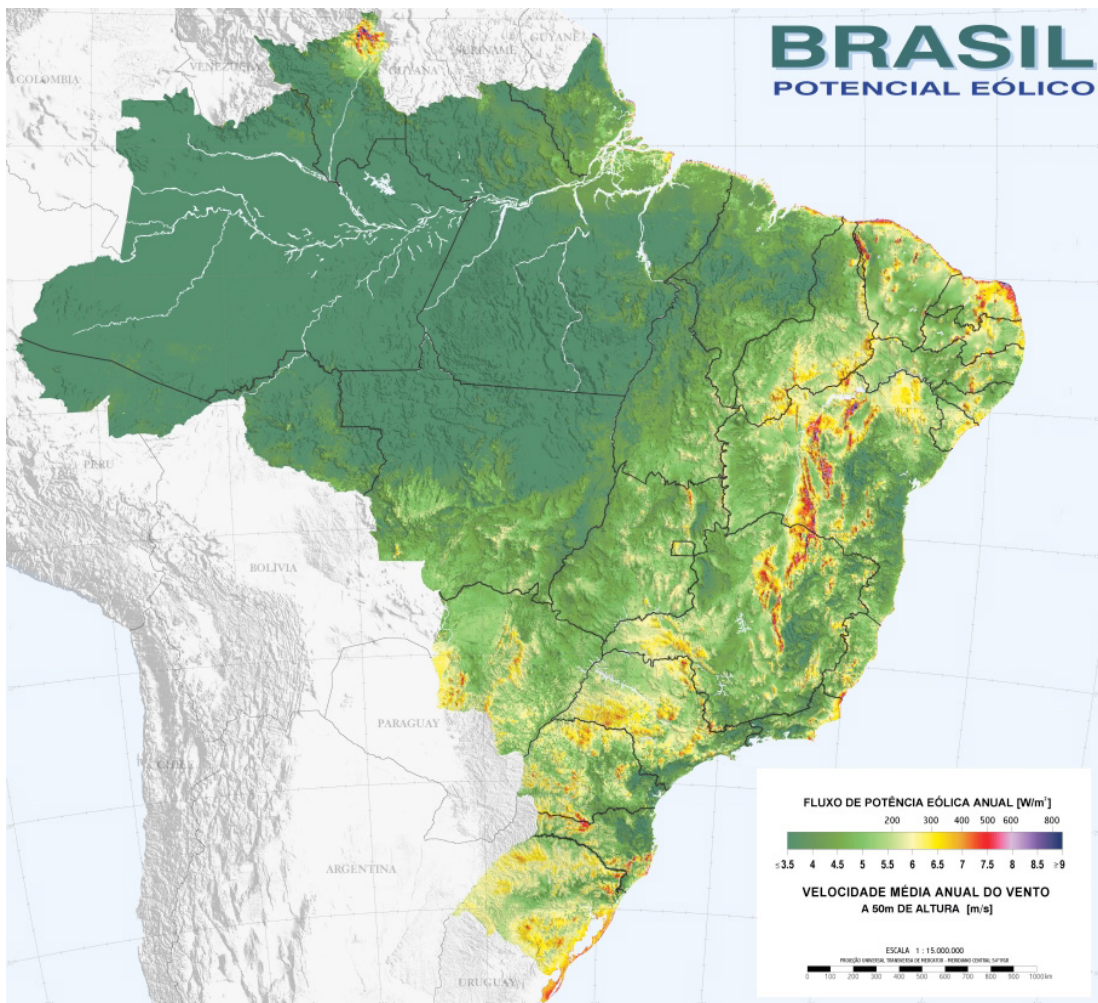
**Figura 7. Matriz Elétrica Brasileira**

Fonte: Balanço Energético Nacional, ano base 2014



A hidroeletricidade está distribuída por todo o território nacional. As principais usinas em termos de geração e reservatórios encontram-se no centro-sul do país. Adicionalmente, diversas bacias ainda possuem potencial hidrelétrico a ser explorado, sendo que a principal fronteira situa-se na região Norte, nos rios da Bacia Amazônica.

Além da hidroeletricidade, destaca-se também a geração eólica, cujo potencial concentra-se, em grande medida, junto à faixa central e litorânea da região nordeste e regiões do sudeste e sul do país, como observado no mapa de potencial eólico representado na Figura 8:



**Figura 8. Potencial Eólico Brasileiro**

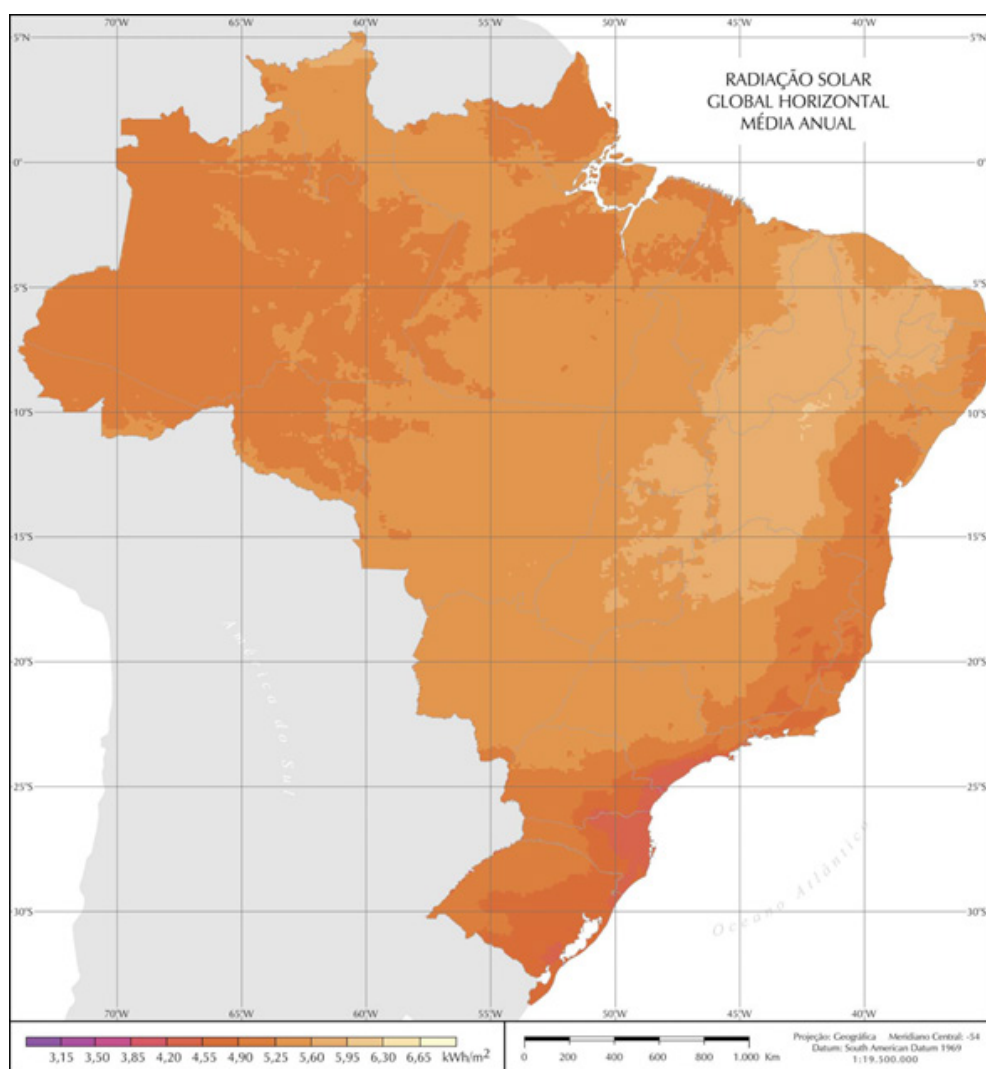
Fonte: Centro de Pesquisa Elétrica- CEPEL

Outra fonte renovável de relevância para a geração de energia elétrica é a biomassa, a qual concentra-se principalmente em térmicas operadas com bagaço de cana-de-açúcar. O grande potencial dessa fonte encontra-se nas regiões do sudeste e nordeste, atrelado à produção de biocombustível.

Menção deve ser feita também ao potencial de geração elétrica por energia

solar de modo concentrada, tanto por sistemas fotovoltaicos no curto prazo quanto por termosolar no longo prazo. Apesar de atualmente a sua participação na matriz elétrica ser pequena, existe uma tendência de crescimento ao longo dos anos.

O Brasil possui um elevado potencial de radiação solar distribuído por todo o território de acordo com a Figura 9.



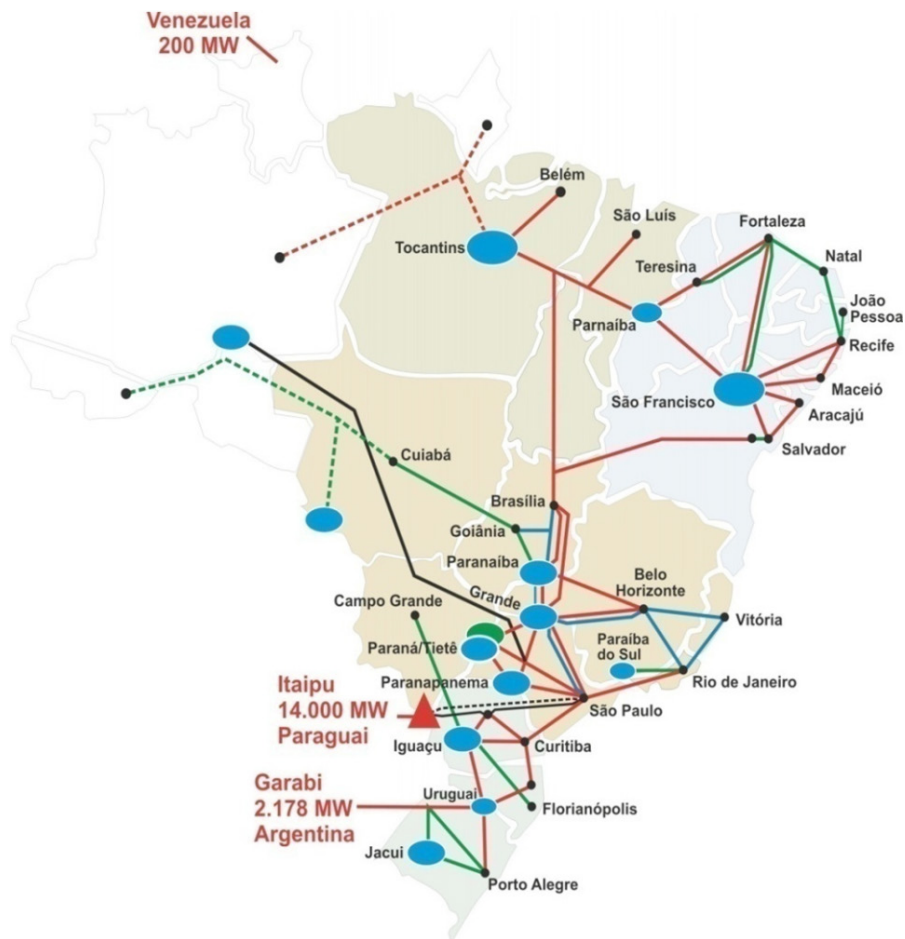
**Figura 9. Mapa de radiação solar no Brasil**

Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar – INPE/2006

O sistema de transmissão de energia interconecta as bacias hidrográficas, o que otimiza a disponibilidade dos recursos hídricos nos diversos reservatórios do país. Essa capacidade é reforçada ao se considerar os reservatórios de acumulação das usinas hidrelétricas que são verdadeiras “caixas d’água” que regularizam a vazão à jusante e reservam água em periodicidade plurianual, favorecendo

a operação do sistema nos períodos de menor afluência hídrica.

Para uma melhor efetividade deste sistema físico, constituiu-se uma estrutura centralizada para a operação (Operador Nacional do Sistema – ONS), que gerencia os despachos<sup>18</sup> de cada usina e a operação das linhas de transmissão, objetivando otimizar a oferta de energia elétrica. Segue abaixo o esquema do Sistema Interligado Nacional:



**Figura 10 - Sistema Interligado Nacional – SIN**

Fonte: Operador Nacional do Sistema – ONS, 2014.

18 Ato, controlado pelo Operador Nacional do Sistema, que consiste em determinar quais Usinas devem operar e quais devem ficar de reserva de forma a manter, permanentemente, o volume de produção igual de consumo, considerando para tanto as Usinas de menor custo. Geralmente, o despacho começa com a geração de energia das hidrelétricas e, na sequência, a geração pelas térmicas de menor custo, desde que a usina tenha condições técnicas, inclusive combustíveis.

Deve-se considerar também no sistema elétrico uma reserva de geração, grande parte fóssil que fica à disposição para operação em períodos de deficiência hídrica conjuntural.

Destaca-se que a segurança energética é um dos principais objetivos de um programa de adaptação do setor. Neste sentido, as fontes fósseis, apesar de emissores de gases de efeito estufa, cumprem um importante papel neste quesito, oferecendo a necessária estabilidade que o sistema requer.

Considerando a manutenção da majoritária componente renovável do setor elétrico nacional, a expansão do parque térmico deve atender a critérios de tecnologias e combustíveis que priorizem a baixa emissão de gases de efeito estufa, buscando uma necessária compatibilização entre mitigação e adaptação.

Deste modo, a vulnerabilidade do setor elétrico não é um evento de análise isolada de bacias hidrográficas, mas deve ser avaliado no seu conjunto, considerando a diversidade das fontes de energia, a operação do sistema e suas estruturas de reserva.

#### 6.4.2 Impactos e vulnerabilidades

É consenso na comunidade científica que a mudança do clima é um evento aceito com um elevado grau de confiabilidade e que o Brasil, como o resto do mundo, deverá sofrer os reflexos deste processo nas próximas décadas de modo mais evidente. Independentemente do grau de aderência dessas previsões, e

qual cenário se consolidará, é provável que essas mudanças possam afetar em algum nível a geração de energia elétrica.

Dentre os parâmetros climáticos que mais têm interferência no setor, elenca-se o aumento da temperatura média da atmosfera com reflexos na evapotranspiração dos lagos e dos cursos de água e as variações na precipitação. A precipitação, em conjunto com a evapotranspiração no cálculo do balanço hídrico, é uma importante condicionante das vazões dos rios.

Outros parâmetros climáticos também têm influência na produção de energia, como a cobertura de nuvens que refletem na irradiação solar e a variação no regime dos ventos que tem um efeito direto na geração elétrica por aerogeradores.

Adicionalmente, outros aspectos devem ser considerados juntamente à mudança do clima no que diz respeito à produção de energia. Tem-se como exemplo a rugosidade do terreno e o modo de sua ocupação, ambos interferem na dinâmica dos ventos em uma região. Do mesmo modo, o efeito do uso consultivo<sup>19</sup> sobre a vazão dos rios, decorrentes do abastecimento das cidades e irrigação, bem como a ocupação do solo, podem impor uma maior ou menor pressão sobre a disponibilidade dos recursos hídricos. Em determinados

---

19 Usos consultivos da água referem-se aos usos que retiram a água de sua fonte natural, diminuindo suas disponibilidades espacial e temporalmente. Por exemplo: dessedentação de animais, irrigação, abastecimento público, processamento industrial etc.

casos, os efeitos destas variáveis podem até mesmo sobrepujar a questão climática.

Como já exposto, ao se analisar os impactos da mudança do clima sobre o sistema elétrico, deve-se frisar que a vulnerabilidade a ser determinada diz respeito à oferta de energia elétrica no âmbito do Sistema Interligado Nacional, inclusive considerando os seus aspectos de gerenciamento. Só assim é possível ter uma visão mais precisa das vulnerabilidades que incorrem no abastecimento elétrico e melhor determinar as possíveis ações de adaptação.

Devem-se considerar, ao abordarem-se as questões de disponibilidade energética, os aspectos relacionados à demanda de energia que são influenciados tanto pelas alterações climáticas, a exemplo do aumento da temperatura média nas cidades que tende a desencadear o uso mais intenso de aparelhos de refrigeração, quanto por evolução tecnológica, que possibilita uma maior eficiência dos equipamentos. Elenca-se abaixo aspectos do sistema elétrico que devem ser considerados:

Impacto da inserção de novas tecnologias, como por exemplo, veículos elétricos e políticas de eficiência energética;

Impacto dos futuros padrões de consumo em construções residenciais e comerciais (habitações e prédios “inteligentes”);

Penetração de tecnologias, como as redes inteligentes e linhas de transmissão de ultratensão;

Maior penetração da geração distribuída por diferentes fontes, a exemplo da geração fotovoltaica em telhados de edificações;

Autoprodução de energia elétrica por grandes consumidores, utilizando-se de fontes renováveis e fósseis, como no caso da cogeração à gás natural.

Adicionalmente, deve-se avaliar, no tocante aos estudos de adaptação para o setor elétrico, questões relacionadas à legislação ambiental no que se refere à proteção e recuperação dos recursos naturais (fauna, flora e meio ambiente físico). A minimização dos impactos ambientais é um importante vetor de resiliência que se insere no conceito de Adaptação baseado em Ecossistemas (AbE).

A exposição aos impactos climáticos, os quais especificamente esse plano aborda, compreende a geração elétrica por hidrelétricas, centrais eólicas, geração solar concentrada e distribuída, bem como usinas térmicas de biomassa de cana-de-açúcar. Estes sistemas estão sujeitos às mudanças nos parâmetros médios climáticos, bem como aos fenômenos de eventos extremos, sendo estes últimos com sensíveis reflexos sobre os sistemas de transmissão e distribuição de energia.



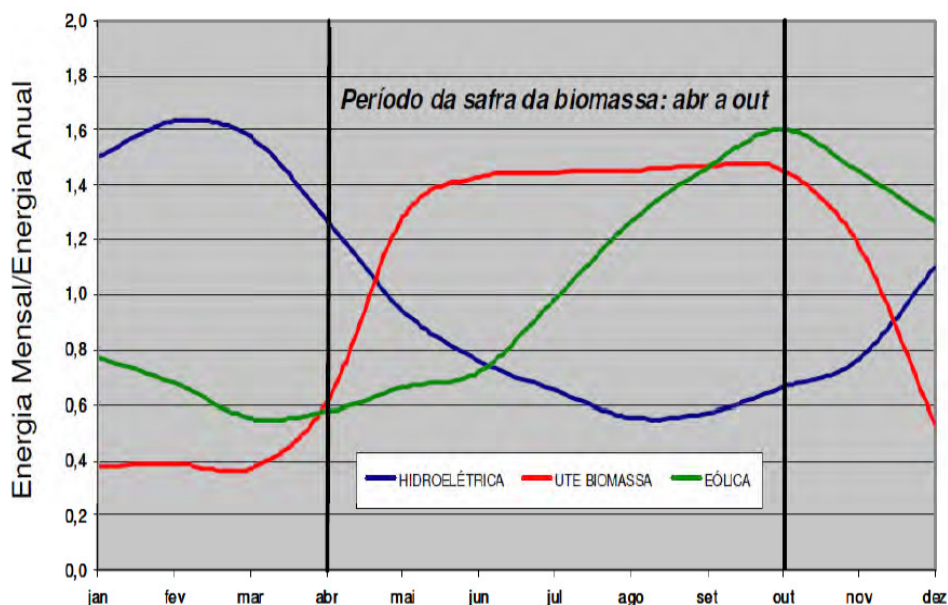
O impacto das alterações dos parâmetros climáticos passa por uma avaliação de sensibilidade que indica em que grau esses sistemas respondem a essas alterações. Tomando como exemplo centrais hidrelétricas com reservatórios de regularização, as características destes reservatórios podem atenuar os efeitos das variações de vazões dos rios e por consequência a geração elétrica. Estas características influenciam não apenas a operação da usina em si, mas também a regularização da vazão à jusante, propiciando a otimização da operação do sistema

Por outro lado, centrais elétricas com baixa capacidade de armazenamento de energia, seja por características físicas ou limitações tecnológicas estão mais expostas às variabilidades dos parâmetros climáticos com reflexo no potencial de produção de eletricidade. Deste modo, deve-se avaliar a combinação entre a exposição dos sistemas de geração elétrica e o grau de sensibilidade de como esses sistemas reagem para se obter os respectivos impactos.

Os impactos da mudança do clima sobre as estruturas que compõem o sistema de geração elétrica devem ser avaliados de maneira sinérgica, de modo a ter uma real dimensão da vulnerabilidade de todo o sistema elétrico. Nesse sentido, as regiões do território nacional sofrerão influências diferenciadas em relação às precipitações, temperatura, ventos, irradiação com aumentos em determinados lugares e reduções em outras.

Contudo, o Sistema Interligado Nacional possibilita a compensação natural dos efeitos dos impactos climáticos devido à interconexão do sistema de geração elétrica. Essa compensação dota o sistema elétrico de uma capacidade intrínseca de adaptação, (Capacidade Adaptativa) que deve ser considerada em uma análise de vulnerabilidade. No entanto, deve-se considerar que apesar da flexibilidade do sistema elétrico, esta deve estar circunscrita a parâmetros que preservem a segurança energética e a minimização dos custos que são pilares da política energética nacional. Outros exemplos dessa capacidade de adaptação são elencados:

- Sistema de transmissão robusto e ramificado por todas as regiões do país, interligando bacias hidrográficas e centros de cargas, transmitindo grandes blocos de energia por milhares de quilômetros com alta confiabilidade;
- Sistema de gerenciamento de despacho de energia centralizado em um órgão com abrangência nacional;
- Diversidade da matriz elétrica que implica em uma complementariedade natural da oferta de energia entre as diversas fontes. Essa complementariedade ocorre devido a uma sazonalidade que faz com que o período de geração mais intenso por eólicas ou térmicas de biomassa ocorra nos meses do ano em que as vazões são mais baixas. A Figura 11 mostra a variação mensal típica de energia ao longo do ano.



**Figura 11 - Variação Mensal típica de energia para as fontes de Hidroeletricidade, Biomassa e Eólica**

Fonte: Operador Nacional do Sistema – ONS

- Reserva de geração que, no caso de eventos conjunturais extremos, é acionada para a estabilidade da oferta de energia.

Por outro lado, o próprio efeito da mudança do clima, em algumas condições, também tende a aumentar a capacidade de resiliência do sistema de geração elétrica. São exemplos:

- A mudança do clima acentuará a diferenciação dos regimes hídricos entre as bacias hidrográficas da região centro-sul do país e da região norte. Assim, a depender da capacidade de armazenamento, precipitações mais intensas tendem a compensar, em alguma medida, a diminuição da precipitação em outras regiões;

- Da mesma maneira, ocorrerão compensações entre as fontes de energia, onde as mudanças no clima favorecerão a geração de energia por uma determinada fonte em uma região compensando, em partes, a queda de oferta de outra fonte em uma região mais desfavorável.

Dadas essas características, que são intrínsecas ao sistema elétrico, é possível fazer uma análise acurada das reais condições de vulnerabilidades as quais esse sistema está sujeito, e projetar medidas de adaptação para mitigar estas vulnerabilidades, aumentando, assim, a sua resiliência.



Diante do exposto, pode-se depreender que a análise quantitativa de vulnerabilidade do setor elétrico é uma ação complexa e exige uma variedade de estudos que não se limitam apenas a abordar fontes de geração isoladamente. No entanto, em uma análise inicial qualitativa, pode-se identificar alguns impactos da mudança do clima em sistemas específicos, desconsiderando uma avaliação mais acurada dos efeitos sinérgicos no sistema elétrico como um todo.

As projeções da ampla gama de modelos climáticos apresentam uma variabilidade de resultados nas regiões do território nacional, não havendo, assim, uma convergência quantitativa de modo conclusivo. Isso mostra a necessidade de se avaliar com cautela os impactos advindos da modelagem climática, sem no entanto subestimá-los.

Deste modo, uma abordagem do tema utilizando-se de cenários para análise dos impactos junto aos setores é recomendável. Dentro do leque de possibilidades de cenários futuros, identificam-se possíveis vulnerabilidades relacionadas ao setor de energia. Os apontamentos a seguir foram baseados em estudos da Rede Clima/MCTI e da Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE, 2015), focando o aspecto qualitativo, ou seja, das tendências dos impactos apresentados nestes trabalhos:

- Tomando como base o conceito de Balanço Hídrico (BH)<sup>20</sup>, que é uma relação entre precipitação e evapotranspiração com reflexos nas vazões, o valor deste indicador aplicado às bacias hidrográficas apresenta um comportamento distinto ao longo do território nacional. Observa-se uma tendência de decréscimo do BH em bacias situadas mais ao norte do país, a exemplo da Bacia Amazônica, Nordeste e Atlântico Leste. Já para as bacias situadas na porção sul/sudeste do país, o BH possui uma tendência de aumento ao longo do século, a exemplo do caso das bacias do Paraná e Uruguai. Bacias localizadas nas regiões de transição entre estes extremos possuem um BH com tendência estável, próxima à zero;
- Constata-se uma tendência de aumento da intensidade da velocidade dos ventos nas regiões específicas do Nordeste e Sul, sendo estas áreas favoráveis à geração de energia elétrica. Regiões com tendência à redução da velocidade dos ventos são identificadas em regiões da Amazônia e em áreas do Centro-Oeste.
- Com relação à radiação solar, os valores de radiação útil na região Norte do Brasil indicam que os mesmos irão permanecer elevados. Em contraste, a região Sul exibe valores inferiores em função da menor irradiação e a ocorrência frequente da cobertura de nuvens. De modo geral, os estudos demonstram que o Brasil possui área e energia expressivas, principalmente nas Regiões Norte, Nordeste e

---

<sup>20</sup> BH Positivo: Tendência de aumento da disponibilidade hídrica. BH Negativo: Tendência de redução na disponibilidade hídrica. BH Zero: Não há influência na disponibilidade hídrica.

Centro-Oeste;

- Com relação à biomassa, em especial a cana-de-açúcar, os estudos apontam que devido à elevação da temperatura ocorrerá uma redução no risco de geadas no Sul, no Sudeste e no Sudoeste do país, acarretando um efeito benéfico às áreas atualmente restritas ao cultivo de plantas tropicais, trazendo assim reflexos positivos para a geração de energia elétrica;
- Os modelos de projeções climáticas indicam um aprofundamento das ocorrências de eventos extremos. Estas ocorrências podem afetar a infraestrutura de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.
- As vulnerabilidades identificadas devem ser consideradas como indicativos de ocorrências junto ao setor de energia, não podendo depreender diretamente delas, ações específicas com vistas a minimizações de seus efeitos. Estudos mais aprofundados buscando uma melhor quantificação são ainda necessários para dirimir as incertezas que ainda ocorrem em diversas áreas.

#### 6.4.3 Diretrizes para a Adaptação

Dada a complexidade que se apresenta nos estudos de vulnerabilidades associados ao setor elétrico é importante considerar que as ações de adaptação sejam avaliadas de modo criterioso, buscando um sólido consenso prévio junto às instâncias que compõem a Política Energética Nacional.

A política setorial se dá através de uma organizada estrutura que garante o efetivo atendimento de seus objetivos. Nessa estrutura, o Ministério de Minas e Energia preside o Conselho Nacional de Política Energética (Conselho interministerial que atua como órgão de assessoramento ao Presidente da República para formulação de políticas e diretrizes sobre energia). Em outro patamar, o papel de fiscalizar e regular fica a cargo da agência reguladora nacional - Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), além de Agências Estaduais. Agregam-se a essa estrutura agentes implementadores da política, do planejamento e da operação, onde se destacam o Operador Nacional do Sistema (ONS), a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE). Órgãos como o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL) promove o desenvolvimento técnico e científico, contribuindo para um constante desenvolvimento setorial. Por fim, na prestação de serviço de energia, encontram-se diversas empresas do sistema Eletrobrás<sup>2148</sup> (Centrais Elétricas Brasileiras S.A.), e companhias energéticas de geração e distribuição no âmbito estadual e municipal, além de empresas de transmissão.

Nesse sentido, para promover uma maior discussão e consequente consolidação dos conceitos de adaptação que sejam compatíveis ao setor de energia, diretrizes são necessárias para sua melhor condução, tanto no âmbito público como privado.

Adicionalmente, as diretrizes propostas poderão orientar programas

de transferência de tecnologias ou capacitação no setor elétrico através do intercâmbio direto entre países ou inserido em um programa mais abrangente multilateral no âmbito da Convenção Quadro das Nações Unidas. Deste modo, algumas propostas de diretrizes são elencadas:

1. Promover maior envolvimento das instituições do setor elétrico ao tema de adaptação visando, quando aplicável, a adequação das políticas institucionais a novos parâmetros climáticos;
2. Aprofundar os estudos de impactos no setor elétrico em regiões específicas, considerando as tendências de alterações climáticas;
3. Estudos dos riscos à infraestrutura do setor de energia face à mudança do clima visando a aperfeiçoar o gerenciamento das atividades, com foco no contingenciamento de situações extremas;
4. Avaliar os possíveis co-benefícios e sinergias entre mitigação e adaptação, relacionados às diferentes alternativas aplicadas ao setor de energia;
5. Avaliar, nos casos pertinentes, as interseções quanto às medidas adaptativas entre água, energia, uso da terra e biodiversidade, de forma que se possa compreender e gerir suas interações;
6. Estudos visando definir a necessidade de aperfeiçoamento das ferramentas de planejamento, com vistas a adequar seus parâmetros conforme as alterações dos eventos climáticos verificados com base científica.

As diretrizes propostas neste capítulo setorial buscam oferecer as condições para um planejamento elétrico que melhor observe as projeções futuras do clima e oriente uma política energética

que busque uma maior resiliência do setor, observando os princípios de segurança do abastecimento, sustentabilidade ambiental e modicidade tarifária.





## Estratégia de Povos e Populações Vulneráveis



Plano Nacional de Adaptação  
à Mudança do Clima

# 7

## Estratégia de Povos e Populações Vulneráveis

### 7.1 Introdução

A intensificação dos eventos climáticos extremos, associados à mudança do clima, poderá afetar diversas atividades cotidianas das populações humanas. Entre estas, destacam-se a oferta de empregos e oportunidades relacionadas à múltiplos setores da economia. Poderá influenciar no aumento de fluxos migratórios<sup>22</sup> resultando em deslocamentos de contingentes populacionais inteiros impactados pela mudança do clima ou como estratégia de adaptação. Contudo, tais impactos ocorrerão de forma desigual no território e afetarão grupos socio-economicamente distintos.

---

22 “Migração é o movimento de uma pessoa ou um grupo de pessoas, seja através de uma fronteira internacional, ou dentro de um Estado. É um movimento da população, abrangendo qualquer tipo de movimento das pessoas, qualquer que seja o seu comprimento, e composição de causas; inclui migração de refugiados, pessoas deslocadas, migrantes econômicos e pessoas que se deslocam para outros fins, incluindo o reagrupamento familiar.”

“Migrantes ambientais são pessoas ou grupos de pessoas que, por razões imperiosas de súbita ou progressiva alteração no ambiente que adversamente afetam suas vidas ou condições de vida, são obrigados a deixar suas casas ou optam por fazê-lo, temporariamente ou permanentemente, e se deslocam quer no seu país ou no estrangeiro.”

“Adaptação (ligada à migração): em sistemas humanos, o processo de adaptação ao clima real ou esperado e seus efeitos, o qual busca atenuar danos ou explorar oportunidades benéficas. Migração e mobilidade são estratégias de adaptação em todas as regiões do mundo que experimentam a variabilidade climática.”(IOM, 2014, tradução livre).

Os grupos mais pobres tendem a ser os mais afetados, pois não tem alternativas para assegurar seus bens e propriedades, ao contrário das parcelas economicamente mais favorecidas da população (COEP<sup>23</sup>, 2011).

De acordo com o último relatório do IPCC (AR5, 2014), as populações mais pobres - notadamente as de países tropicais - serão as mais afetadas pela mudança do clima. Essa condição está associada a um quadro de fragilidades socioeconômicas que impede o enfrentamento de intempéries climáticas. O resultado é uma situação de aumento da exposição à doenças, aumento da insegurança alimentar e da subnutrição, na ocorrência de perdas materiais e de moradias, e na redução dos meios de produção e fontes de renda. Outros fatores associados a essa condição de vulnerabilidade incluem: ocupação inadequada do solo, precariedade de moradias, dificuldade de acesso a saneamento básico e outros serviços públicos como educação e saúde (COEP, 2011 b).

Nesse contexto, o Brasil, um país continental, representado por características físico ambientais específicas e detentor de acentuadas desigualdades sociais e

---

23 Rede Nacional de Mobilização Social. Ver mais no site: [www.coeppbrasil.org.br](http://www.coeppbrasil.org.br)



regionais, tem na pobreza<sup>24</sup> um dos fatores que mais contribuem para aumentar a sensibilidade da população aos efeitos da mudança do clima, sendo este um aspecto importante, conforme a abordagem proposta pelo IPCC (2007) para a avaliação da vulnerabilidade populacional.

Atualmente cerca de 80 milhões de pessoas encontra-se nessa conjuntura social (MDS, 2014). Tal aspecto reduz substancialmente sua capacidade adaptativa. Logo, tanto os eventos climáticos extremos, quanto os gradativos, impactarão negativamente a melhoria das condições de vida conquistada em anos recentes por estas populações, podendo contribuir para o retrocesso às condições críticas anteriores (COEP, 2011a). Outros fatores que também contribuem para a condição de vulnerabilidade social incluem, por exemplo, questões de gênero e raça, que são dirigidas especialmente às mulheres<sup>25</sup>, populações tradicionais, grupos populacionais tradicionais e específicos (GPTEs) e aos negros, especialmente inseridos em um contexto de desigualdades estruturantes (COEP, 2011).

Diante do exposto, justifica-se a necessidade de iniciar um processo para identificação de grupos sociais de maior vulnerabilidade à mudança do clima no contexto brasileiro, visando reduzir

impactos negativos e promover ações e estratégias que estejam alinhadas com a política social brasileira e com os objetivos do desenvolvimento regional e sustentável e da adaptação à mudança do clima. Observam-se lacunas de dados no Brasil sobre vulnerabilidade e adaptação de grupos específicos, e sua distribuição nas diferentes regiões e biomas, sendo necessário apoiar e fomentar avanços na direção deste objetivo no país

**Assim, este capítulo, escrito de forma conjunta entre o Ministério do Meio Ambiente (MMA), a Fundação Nacional do Índio (FUNAI) e o Ministério do Desenvolvimento Social (MDS), tem como objetivos principais apoiar na contextualização e na identificação de grupos populacionais vulneráveis à mudança do clima, visando promover sua adaptação.**

Nesse sentido, algumas delimitações e recortes foram estabelecidos conforme a seguir.

São apresentadas algumas alternativas de abordagens para compreensão da vulnerabilidade à mudança do clima e promoção da adaptação de povos e comunidades: uma territorial por recorte municipal, outra considerando o território dos biomas elaborada especialmente para este capítulo. Por fim, o capítulo traz um enfoque sobre as vulnerabilidades dos povos indígenas brasileiros.

Como pontos focais para coordenar, fomentar e/ou implementar as ações/diretrizes deste capítulo atuarão o MMA, MDS, a FUNAI, e o FBMC.

24 São pobres as pessoas que não possuem permanentemente supridas necessidades humanas elementares como comida, abrigo, vestuário, educação, cuidados de saúde etc. (MONTEIRO, 1995).

25 Observa-se que as mulheres, devido à natureza de algumas de suas tarefas, e da jornada múltipla de trabalho, podem ser as mais prejudicadas.



## 7.2 Marcos históricos e institucionais

Em meados de 2010, o Grupo de Trabalho (GT) Mudanças Climáticas, Pobreza e Desigualdades do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC), coordenado pelo COEP, assumiu o desafio de propor ao governo federal princípios, objetivos e diretrizes para a elaboração de um Plano Nacional de Adaptação aos Impactos Humanos das Mudanças Climáticas. O processo de elaboração foi participativo e inovador, pois aliou a experiência e a expertise de diversas organizações, públicas e privadas, que integram o GT para pensar quais as questões principais deveriam ser contempladas e refletidas no conteúdo do Plano Nacional de Adaptação (Organizações presentes: ASA, Care, Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional Consea, Fase, Fiocruz, Ibama, Ibase, Rede Brasileira Pela Integração dos Povos Rebrip, Oxfam, Vitae Civilis e WWF Brasil) (COEP, 2011). Os integrantes do GT partiram do entendimento de que um conjunto significativo das medidas para atingir populações sensíveis já estariam sendo implementadas em diversas esferas de gestão pública como, por exemplo, o CadÚnico e as políticas sociais atreladas a ele.

No que diz respeito ao CadÚnico<sup>26</sup>, a identificação dos grupos populacionais

---

26 O Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (Cadastro Único) é um instrumento que identifica e caracteriza as famílias de baixa renda, permitindo que o governo conheça melhor a realidade socioeconômica dessa população. Nele são registradas informações como: características da residência, identificação de cada pessoa, escolaridade, situação de trabalho e renda, entre outras.

tradicionais e específicos (GPTEs) acompanhou o movimento do Governo Federal, o qual se tornou mais permeável às demandas dos atores sociais, seja pela instituição e fortalecimento dos Conselhos e Conferências Nacionais, como o Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, seja pela criação ou reestruturação de pastas e de órgãos como a Secretaria de Políticas de Promoção da Igualdade Racial/SEPPIR (2003) e a Secretaria de Direitos Humanos (2003). Outro exemplo de institucionalidade, que se constitui como um marco relevante às populações vulneráveis à mudança do clima, é a Comissão Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (CNPCT). Esta teve como papel orientar políticas públicas para populações tradicionais, contribuindo com medidas de mitigação da pobreza e extrema pobreza desses grupos (DIREITO e LICIO, s/d). Nesse mesmo sentido, foi publicado o Decreto nº 6.040<sup>27</sup>, de fevereiro de 2007, que instituiu a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (PNPCT) (MDS, 2014). Essa normativa definiu o que são povos e comunidades tradicionais no âmbito da PNPCT.

Outra conquista recentes em termos de marcos institucionais é o

---

27 Povos e Comunidades Tradicionais: grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição (Decreto nº 6.040, 7/02/2007).

Decreto nº 7.747/2012, o qual instituiu a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental em Terras Indígenas (PNGATI), cujo objetivo é garantir e promover a proteção, a recuperação, a conservação e o uso sustentável dos recursos naturais das terras e territórios indígenas, assegurando a integridade do patrimônio indígena, a melhoria da qualidade de vida e as condições plenas de reprodução física e cultural das atuais e futuras gerações dos povos indígenas, respeitando sua autonomia sociocultural.

Mais recentemente, em 2015, o Governo Federal lançou o Plano Nacional para o Fortalecimento das Comunidades Extrativistas e Ribeirinhas (PLANAFE)<sup>28</sup>, cujo objetivo geral é “adequar, articular, integrar e propor ações de acesso às políticas de saúde, educação, infraestrutura social, fomento à produção sustentável, geração de renda e gestão ambiental e territorial das áreas de uso e ocupação tradicional, visando assegurar a qualidade de vida, o acesso e uso sustentável dos recursos naturais, a conservação ambiental e a promoção dos direitos humanos para as comunidades extrativistas e ribeirinhas”.

---

28 Instituído pela Portaria Interministerial nº 380, de 11 de dezembro de 2015, assinada pelos ministérios do Meio Ambiente (MMA), Desenvolvimento Agrário (MDA) e Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS).

## **7.3 Identificação das populações mais vulneráveis à mudança do clima no Brasil**

### **7.3.1 Proposição de escolha dos grupos populacionais brasileiros mais vulneráveis à mudança do clima**

A escolha da abordagem para identificação das populações mais vulneráveis foi construída com base na disponibilidade de dados para análise e pela disponibilidade de instrumentos de políticas públicas. Portanto, espera-se que esta estratégia subsidie o estabelecimento de medidas para o monitoramento e a identificação de populações vulneráveis.

### **7.3.2 A Vulnerabilidade social no Brasil**

No âmbito brasileiro, a vulnerabilidade social equiparada ao componente “sensibilidade” da vulnerabilidade à mudança do clima definida pelo IPCC, é identificada a partir de diversas iniciativas governamentais que consideram a diversidade socioeconômica, étnica e cultural da população. A partir da autoidentificação de grupos, é possível analisar o perfil socioeconômico destes, bem como identificar as camadas de exclusão que possibilitam a estruturação e o aperfeiçoamento de políticas públicas que façam frente à realidade identificada.

De forma a identificar alguns dos grupos mais sensíveis socialmente no Brasil, e que por sua conjuntura socioeconômica podem ser considerados também

mais sensíveis à MC, decidiu-se utilizar o CadÚnico<sup>29</sup>, por ser uma ferramenta que dá suporte ao planejamento e execução de Programas Sociais do Governo Federal.

Apesar de ser um instrumento orientado para atender objetivos outros que não claramente a adaptação aos impactos das mudanças do clima, o CadÚnico possui elevada sinergia com este objetivo. Assim, parte da estrutura político-institucional existente para o CadÚnico pode ser aproveitada, tendo na adaptação um eixo transversal e norteador de políticas e programas em diferentes ministérios, desde a esfera municipal até a federal.

Conforme o CadÚnico indica, os grupos de populações mais vulneráveis socialmente no Brasil são classificados a partir de características de: origem étnica, relação com o meio ambiente, relação com o meio rural e situações conjunturais. Por exemplo, os Grupos Populacionais Tradicionais e Específicos (GPTE), um perfil ainda mais vulnerável

dentre o total de famílias do CadÚnico, cuja renda per capita declarada é inferior a R\$ 77,00 (ano base de 2015), totalizavam 114.791 famílias indígenas e quilombolas cadastradas em 2010; já em junho de 2014 alcançaram o patamar de 1,27 milhões de famílias pertencentes a 15 grupos considerados pelos MDS (Figura 12). Os grupos com maior percentual de extremamente pobres entre os GPTE são em grande parte aqueles de origem étnica (indígenas com 77,4%, quilombolas com 74,2% e ciganos com 75,2%), grupos relacionados ao meio ambiente (extrativistas com 81,7%, pescadores com 75% e ribeirinhos com 84,5%), famílias em situação de rua (87,6%) e agricultores familiares (74,1%).

---

29 O cadastro único (CadÚnico) instituído no final de 2001 tem como objetivo conhecer o perfil socioeconômico de famílias pobres residentes no Brasil de forma a instituir políticas públicas necessárias para reduzir ou retirar as famílias de situação de vulnerabilidade social (BRASIL/MDS, 2014). Ele é composto por um conjunto de estratégias diferenciadas de cadastramento de famílias que possuem características específicas em relação ao seu modo de vida, cultura, crenças, e ainda a contextos de condições críticas de vulnerabilidade social. Este cadastro único para programas sociais começou a traçar as bases do que passou a ser chamado de cadastramento diferenciado (Portaria GM/MDS nº 376 de 16/10/2008). A partir de 2004 o cadastro passou a identificar famílias pertencentes a 15 grupos populacionais tradicionais e em situações específicas (GPTEs).

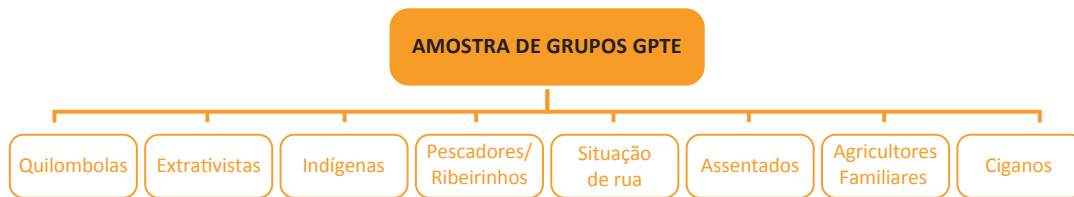


Figura 12. Alguns grupos que compõem os GPTe. (MDS, 2015)

### 7.3.3 Grupos Populacionais mais sensíveis à mudança do clima a partir do CadÚnico

Para fins de análise da sensibilidade de algumas populações brasileiras à mudança do clima, decidiu-se utilizar os GPTe como ponto de partida neste capítulo. A escolha justifica-se por estes grupos apresentarem um elevado grau de exclusão sócioeconômica. Quando comparados com dados de famílias pobres e extremamente pobres, identifica-se nestes GPTe sensibilidades mais significativas (menor renda, menor escolaridade e menor acesso a serviços básicos) que as demais famílias. Aparentemente, há um processo de dupla exclusão desses grupos familiares. Neles, soma-se à exclusão gerada pelo fator econômico, a invisibilidade social, e o preconceito institucional, na medida em que para estes, as políticas públicas são menos acessíveis. Adicionalmente, ao contrário da maioria das demais famílias do CADÚNICO que se localizam predominantemente na área urbana (80%), as famílias dos GPTes concentram-se no meio rural (69%).

## 7.4 Abordagens para o entendimento da vulnerabilidade

A seguir, são apresentadas abordagens para identificação e análise da

vulnerabilidade populacional à mudança do clima. Importante ressaltar que ambas as propostas, embora distintas, podem ser aplicadas complementarmente.

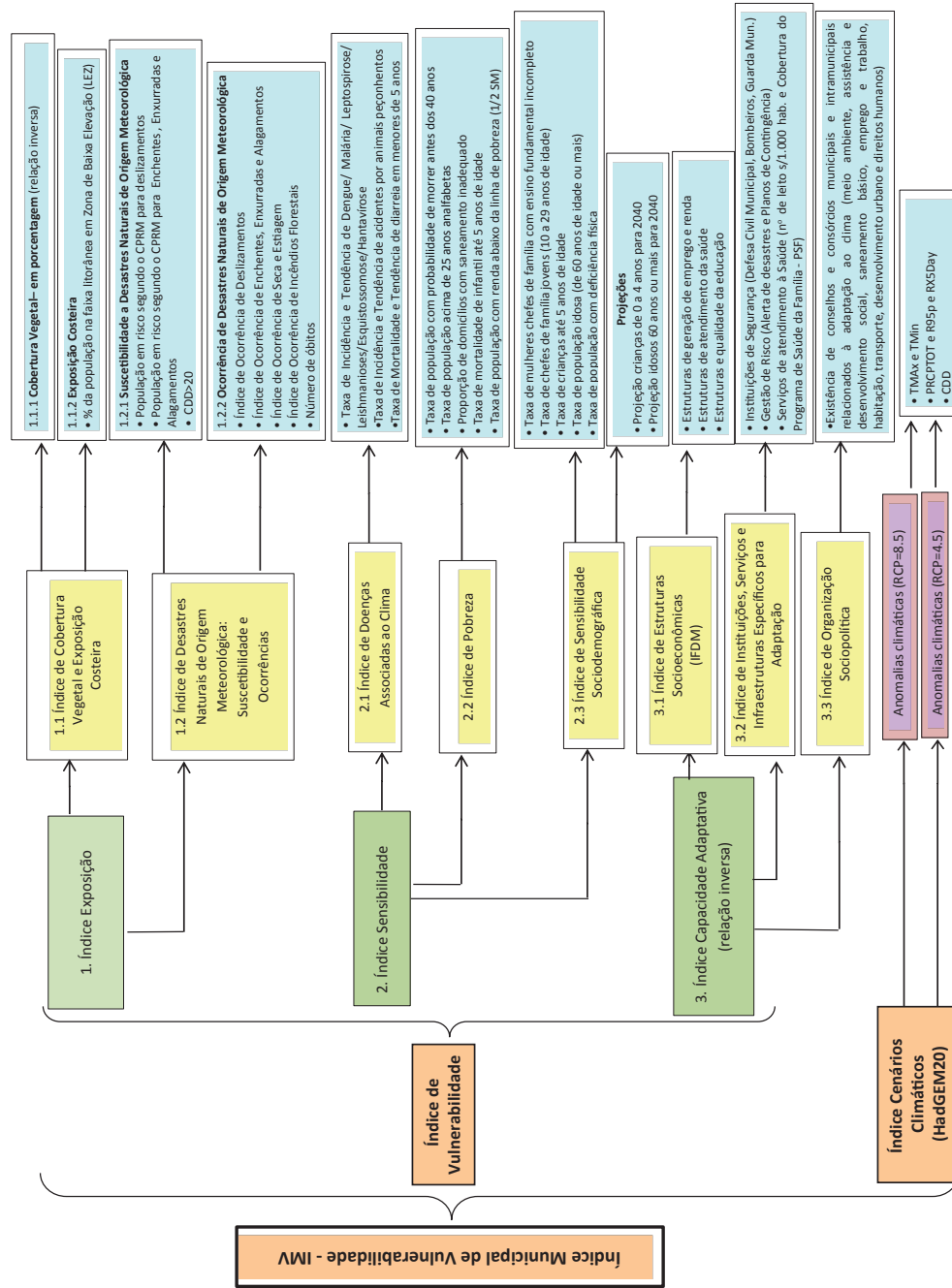
### 7.4.1 Abordagem Territorial por Recorte Municipal

Trata-se de uma metodologia desenvolvida no âmbito do projeto ‘Construção de Indicadores de Vulnerabilidade da População como insumo para a elaboração das Ações de Adaptação à Mudança do Clima no Brasil’, que é uma parceria do Ministério do Meio Ambiente com a Fundação Oswaldo Cruz.

O projeto desenvolveu um Índice para Análise da Vulnerabilidade Social à Mudança do Clima em escala municipal (Confalonieri et al 2014). O índice será inicialmente aplicado a seis estados brasileiros, podendo ser aplicado a outros entes da federação.

Os componentes do índice municipal são divididos em subíndices de exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação que farão parte do índice de Vulnerabilidade. No quadro 12, a seguir, apresenta-se a proposta do Índice, e a descrição dos indicadores utilizados para a composição dos subíndices de exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa.

Quadro 12. Índice para avaliar a vulnerabilidade à MC das Populações dos municípios (FIOCRUZ, 2015).



Assim, o Ministério do Meio Ambiente disponibiliza aos Estados e Municípios uma ferramenta para subsidiar a geração de estratégias locais de enfrentamento da vulnerabilidade de grupos populacionais. Maiores informações sobre essa ferramenta estão disponíveis no sítio eletrônico do MMA.

#### **7.4.2 Abordagem por Bioma**

##### **a. Exposição atual dos GPTE nos Biomas**

Dentro de uma abordagem territorial, percebe-se que os GPTE estão concentrados principalmente no Bioma Amazônico (60,3%) e no Bioma Caatinga (19,9%). Na Amazônia está a maior parte dos integrantes de grupos relacionados ao meio ambiente – extrativistas (68,7%), ribeirinhas (79,9%) e povos indígenas (42,1%). Esse último grupo de populações detêm grande riqueza de estudos e informações sobre sua vulnerabilidade em relação à mudança do clima no Brasil.

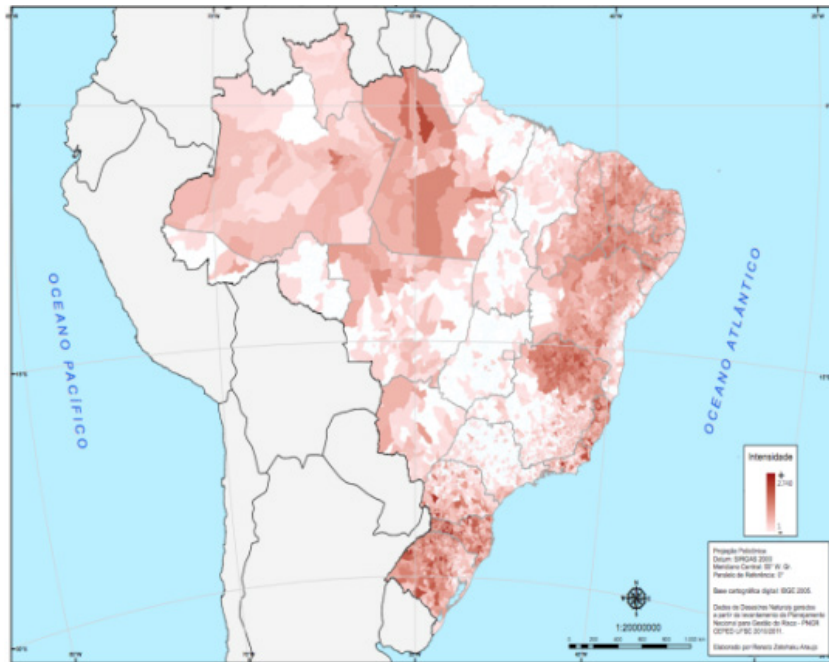
Conforme estudo do Centro de Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPED/UFSC), (UFSC,2012), sobre desastres naturais ocorridos no Brasil entre 1991-2010, as regiões com maior concentração de desastres por intensidade de ocorrência (Risco - Figura 14 a) localizam-se no Norte, Nordeste, Sudeste (norte e faixa litorânea), e na região Sul. Quando este mapa é contraposto com o número de famílias com renda per capita até R\$ 77,00 (GPTE supostamente mais sensíveis - Figura 14 b) nota-se que estas localizam-se,

em sua maioria, em regiões de grande exposição climática, principalmente na região Norte e Nordeste.

É importante salientar que apesar da região Sul do Brasil (Biomas do Pampa e parte da Mata Atlântica) estar exposta a ameaças climáticas sua vulnerabilidade socioeconômica é menor, indicando uma melhor distribuição em termos de renda e, também, uma menor incidência dos grupos GPTE devido ao contexto histórico na região.



a)



b)

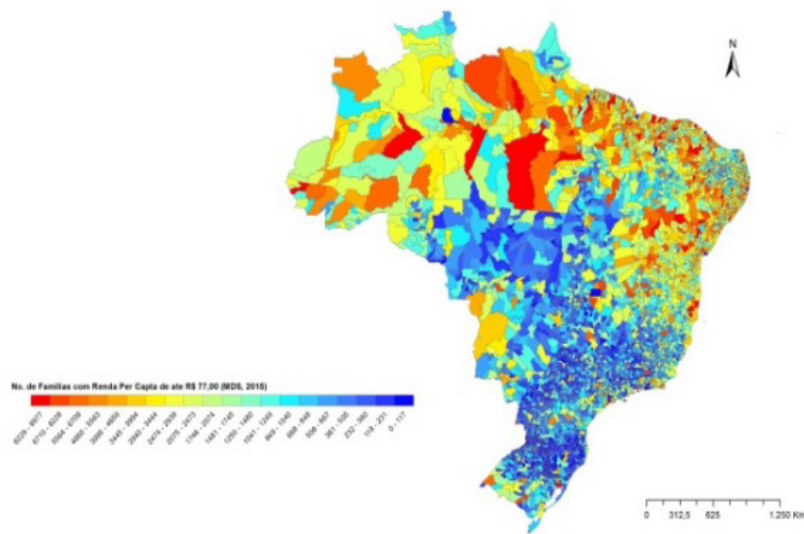


Figura 13. Na figura (a) a intensidade de Desastres Naturais no Brasil entre 1991-2010 por município (cor mais escura indica um número maior de Desastres). Na (b), os grupos de famílias (mais sensíveis/expostas) que recebem renda per capita de até R\$ 77,00 (cor azul indica um número menor de famílias e a cor vermelha um número maior)

Em contrapartida, a região Norte (Amazônia) e Nordeste (Caatinga) são retroalimentadas tanto pela exposição climática (como secas e inundações graduais), quanto pelos aspectos socioeconômicos e pelo maior número dos GPTE, onde o contexto histórico de ocupação destes grupos é forte. Na Caatinga, a exposição climática à seca é uma realidade antiga e, devido às questões políticas, culturais e socioeconômicas, verifica-se grande dificuldade de se enfrentar, tornando grupos como os GPTE cada vez mais vulneráveis. Nota-se, portanto, que além das ameaças e da exposição natural ao clima atual e futuro, outros fatores preponderantes tornam estes biomas mais suscetíveis ao risco de desastres.

Quanto aos Biomas Cerrado e Pantanal, percebe-se que a incidência de desastres naturais é inferior a de outros biomas, estando vinculados especialmente às estiagens e ao risco de inundações bruscas e alagamentos. Do ponto de vista da vulnerabilidade socioeconômica dos GPTE, ambos biomas apresentam uma situação mais confortável em termos de número de famílias sensíveis, salvo parte da região sul do bioma Pantanal e no Norte e Nordeste de Minas Gerais, que demonstram tanto uma maior exposição quanto um maior número de família vulneráveis socioeconomicamente.

A seguir, serão analisados os biomas a partir da lente climática futura, de acordo com as previsões de modelos de circulação globais regionalizados para o Brasil, em termos de anomalias de precipitação e temperatura até 2040.

No quadro 13 estão descritas as mudanças nas temperaturas e precipitações projetadas a partir do modelo HadGEM entre 2011-2040 no cenário de emissões 8.5 do IPCC AR5 para os biomas brasileiros, fator que pode propiciar maior exposição dos GPTE. Nele estão dispostas algumas sensibilidades e exposições destes grupos, por biomas, bem como algumas lacunas e gargalos necessários para melhor compreender, mensurar e enfrentar as vulnerabilidades à mudança do clima dos GPTE.

Importante ressaltar que o quadro apresentado abaixo não apresenta as vulnerabilidades por cada um dos grupos integrantes dos GPTEs em separado, nem os espacializa dentro de cada bioma, o que constitui uma lacuna de conhecimento que demanda estudos a serem desenvolvidos nos próximos anos.

Importante enfatizar a carência de informações atualizadas e sistematizadas sobre os GPTEs a exemplo de segmento, demografia e localização. Isso representa um gargalo para a elaboração e implementação de políticas públicas voltadas à melhoria de suas condições de vida, a fim de tirá-los da invisibilidade e minimizar a situação de vulnerabilidade

em que se encontram. Lacunas de informação se somam a outros limites estruturantes de políticas que lhes são direcionadas e justificam, em parte, alguns passivos em termos de garantia de direitos (como acesso ao território e a serviços básicos).

**Quadro 13. Fatores que contribuem para a vulnerabilidade futura dos Grupos Populacionais Tradicionais Específicos nos biomas brasileiros considerando o cenário 8.5 Wm<sup>2</sup> do IPCC AR5**

Componentes da vulnerabilidade dos Grupos Populacionais Tradicionais Específicos nos biomas brasileiros	
Amazônia	<b>Grupos:</b> Indígenas, quilombolas, extrativistas, pescadores artesanais, assentados, ribeirinhos e agricultores familiares.
	<b>Exposição:</b> risco de fogo/seca prolongadas/extremos de chuvas; forte dependência da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos relacionados; risco de inundações e o aumento do fenômeno de terras caídas; mudança na fenologia de espécies domesticadas e nativas, dependência da qualidade dos solos.
	<b>Sensibilidades:</b> alto grau de dependência de recursos naturais; alta incidência de doenças associadas ao clima quente e úmido; baixa capacidade de migração; insegurança jurídica com relação à posse da terra; forte identidade e vínculo ao território; moradias em áreas isoladas e de difícil acesso; populações vivendo em áreas de pouco acesso aos serviços públicos e mercados privados; população com baixo nível de renda; mudanças abruptas no funcionamento dos ciclos micrometeorológicos ameaçando as práticas tradicionais de produção; e interferência nos conhecimentos tradicionais dos períodos de plantio e colheita.
	<b>Alguns possíveis impactos:</b> redução dos estoques pesqueiros; comprometimento dos meios de sobrevivência; comprometimento de bens materiais; aumento de vetores de doenças devido ao aumento de temperatura; aumento dos casos de intoxicação e doenças pulmonares pela inalação de fumaça oriunda de incêndios e queimadas.
	<b>Lacunas:</b> Ausência de conhecimento da vulnerabilidade específica de cada uma das categorias dos GPTE, especializada por bioma.

**Quadro 13 (CONTINUAÇÃO) . Fatores que contribuem para a vulnerabilidade futura dos Grupos Populacionais Tradicionais Específicos nos biomas brasileiros considerando o cenário 8.5 Wm<sup>2</sup> do IPCC AR5**

<b>Componentes da vulnerabilidade dos Grupos Populacionais Tradicionais Específicos nos biomas brasileiros</b>	
<b>Cerrado</b>	<p><b>Grupos:</b> Extrativistas, quilombolas, indígenas, ciganos, agricultores familiares, assentados da reforma agrária e pessoas em situação de rua.</p>
	<p><b>Exposição:</b> Eventos de chuvas extremas; ocorrência de deslizamentos e enchentes urbanas mais intensas, podendo afetar as populações que moram em áreas de risco; ocorrência de períodos de estiagem mais prolongados; aumento do risco de incêndios e queimadas; ameaça aos remanescentes florestais, às espécies endêmicas e/ou em perigo de extinção.</p>
	<p><b>Sensibilidades:</b> Alta incidência de doenças associadas ao clima seco, como doenças respiratórias; dependência de recursos naturais comparados com alternativas para sobrevivência; insegurança alimentar; dependência da agricultura como fonte de renda; dependência da biodiversidade e serviços ecossistêmicos.</p>
	<p><b>Possíveis impactos:</b> comprometimento da agricultura extensiva e a familiar, prejudicando atividades de subsistência e as culturas da soja, cana-de-açúcar, algodão e a produção de commodities em geral e alimentos. O ar seco e queimadas decorrentes podem incrementar a quantidade de doenças respiratórias.</p>
	<p><b>Lacunas:</b> Falta informação periódica sobre a cobertura vegetal do bioma; falta de modelagem de clima em escalas menores e estudo sobre efeitos em populações ou grupos específicos; conhecimento ou mapeamento sobre a biodiversidade do bioma e seu potencial para a população; e falta de cobertura de estações meteorológicas para essas áreas.</p>
<b>Caatinga</b>	<p><b>Grupos:</b> Quilombolas, agricultores familiares, indígenas, extrativistas, pescadores artesanais, coletores, pessoas em situação de rua, ciganos.</p>
	<p><b>Exposição:</b> Cenários mais quentes e secos no semiárido do Nordeste projetados pelos modelos climáticos apontam para uma possível aridização desta região, secas mais intensas. Baixa cobertura vegetal. Áreas suscetíveis a extremos climáticos de seca.</p>
	<p><b>Sensibilidades:</b> Grupos populacionais de baixa renda; Matriz energética dependente de biomassa não manejada.</p>
	<p><b>Possíveis impactos:</b> Os cenários de mudança do clima na Caatinga apontam para uma substituição da vegetação atual por uma vegetação ainda mais árida; é provável que haja uma diminuição dos níveis dos açudes ameaçando o abastecimento e a saúde das populações locais. Espera-se, também, impactos na agricultura de subsistência especialmente a agricultura de sequeiro; comprometendo a produtividade agrícola e ameaçando a segurança alimentar. O clima mais quente e seco poderia levar a população a migrar para as grandes cidades da região ou para outras regiões, gerando ondas de “refugiados ambientais”.</p> <p>Falta de disponibilidade de dados com qualidade e periodicidade necessários para o monitoramento dos sinais e observação dos impactos da mudança do clima; falta de indicadores adequados e sistemas de monitoramento do balanço hídrico, salinização e desmatamento.</p>

**Quadro 13 (CONTINUAÇÃO) . Fatores que contribuem para a vulnerabilidade futura dos Grupos Populacionais Tradicionais Específicos nos biomas brasileiros considerando o cenário 8.5 Wm<sup>2</sup> do IPCC AR5**

<b>Componentes da vulnerabilidade dos Grupos Populacionais Tradicionais Específicos nos biomas brasileiros</b>	
<b>Mata Atlântica</b>	<b>Grupos:</b> Indígenas, extrativistas, pescadores artesanais, ciganos, agricultores familiares, pessoas em situação de rua, quilombolas.
	<b>Exposição:</b> Riscos de enchentes, deslizamentos de terra e aumento do nível do mar. Alta densidade populacional na região costeira. O bioma é marcado por uma geografia acidentada que favorece a ocorrência de deslizamentos e de eventos de inundação. Risco de aumento das secas e da duração dos períodos de estiagens.
	<b>Sensibilidades:</b> Este bioma possui a maior densidade populacional do país, e compreende uma das regiões com maior importância econômica da América do Sul. Apresenta altos índices de prevalência de doenças transmitidas por vetores como dengue e febre amarela. Os índices de saneamento e tratamento de esgotos são baixos. Uma grande parte da população vive em áreas de risco.
	<b>Possíveis impactos:</b> Novos furacões poderão atingir a costa sul do Brasil (exemplo Furacão Catarina). A extensão da estação seca poderá afetar o balanço hidrológico regional, comprometendo atividades humanas, como provisão de água para agricultura e para geração de energia, a produção de alimentos. Poderá aumentar a ocorrência de enchentes, deslizamentos e alagamentos por conta de extremos de chuva que podem provocar perdas econômicas e de vidas. Construções à beira-mar poderão desaparecer, portos poderão ser destruídos e populações teriam que ser remanejadas. Ainda que a chuva tendesse a aumentar no futuro, as elevadas temperaturas do ar simuladas pelos modelos poderiam de alguma forma, comprometer a disponibilidade de água para agricultura, consumo, ou geração de energia devido a um acréscimo previsto na evaporação ou evapotranspiração.
	<b>Lacunas:</b> Falta de mapeamento de área de risco, considerando o risco climático para desastres e sistemas de alerta em tempo real para população; desenvolvimento de planos diretores participativos e; planejamento urbano adequado.
<b>Pantanal</b>	<b>Grupos:</b> Pescadores artesanais, ribeirinhos, populações indígenas, assentados da reforma agrária e agricultores familiares.
	<b>Exposição:</b> Temperaturas mais altas, escassez de chuvas, geografia plana e de baixo relevo, com propensão a inundações.
	<b>Sensibilidades:</b> Alta dependência e conectividade das atividades econômicas com a regularidade dos ciclos hidrológicos. Qualquer aumento ou redução significativa da vazão, resultante das alterações climáticas ou do desmatamento poderá afetar negativamente a capacidade de retenção e controle dessa grande área alagada e; populações distribuídas de maneira remota e isolada no território..
	<b>Lacunas:</b> Estudos sobre impacto da mudança do clima no bioma e seus efeitos sobre grupos populacionais específicos e; falta de cobertura de estações meteorológicas para essas áreas.

**Quadro 13 (CONTINUAÇÃO) . Fatores que contribuem para a vulnerabilidade futura dos Grupos Populacionais Tradicionais Específicos nos biomas brasileiros considerando o cenário 8.5 Wm<sup>2</sup> do IPCC AR5**

Componentes da vulnerabilidade dos Grupos Populacionais Tradicionais Específicos nos biomas brasileiros	
<b>Pampa</b>	<b>Grupos:</b> Agricultores familiares, assentados, moradores de rua, indígenas.
	<b>Exposição:</b> Algumas áreas já enfrentam processos de desertificação; alterações e mudança do uso do solo podem aumentar a vulnerabilidade à secas. Aumento dos extremos climáticos, com ondas de calor e de frio intensas e frequentes. Verões secos e quentes. Chuvas concentradas e intensas. Aumento dos períodos de estiagem. Aumento da velocidade de ventos e possibilidade de ocorrência de furacões.
	<b>Sensibilidades:</b> características da construção das moradias; áreas muito desmatadas e sem controle do seu avanço; poucas unidades de conservação na região.
	<b>Possíveis impactos:</b> A produção de grãos e o reflorestamento de exóticas poderão ficar inviabilizadas na região do Pampa. Com temperaturas mais altas e extremas em curto espaço, pode aumentar o número de doenças associadas. As chuvas intensas podem aumentar o risco de enchentes e deslizamentos, podendo afetar as populações que moram em morros desmatados, e aquelas moradoras de bairros mais pobres e com menos infraestrutura; o calor excessivo e o ar mais seco podem causar a salinização do solo em áreas já afetadas pelo reflorestamento de <i>Pinus</i> e eucaliptos.
	<b>Lacunas:</b> Estudos sobre o conhecimento da biodiversidade no bioma; estudos sobre impactos da mudança do clima no bioma e efeitos sobre grupos populacionais específicos.

### 7.5 Povos indígenas e mudança do clima: vulnerabilidade, adaptação e conhecimentos tradicionais

Ao se avaliar os efeitos da mudança do clima sobre populações humanas, há que se destacar a enorme diversidade étnica e cultural representada pelos

mais de 300 povos indígenas do Brasil<sup>30</sup>, dotados de distintas cosmovisões, línguas,

<sup>30</sup> Segundo resultados do Censo Demográfico realizado pelo IBGE em 2010, a população indígena brasileira é de 817.963 indígenas, dos quais 502.783 vivem na zona rural e 315.180 habitam as zonas urbanas brasileiras, distribuídos por todos os estados da federação, inclusive o Distrito Federal. Tal pluralidade étnico-cultural traduz-se na existência de 305 diferentes povos, falantes de 274 línguas indígenas, além de 69 referências de índios ainda não contatados, registrados até o presente momento pela Funai. No âmbito do Estado brasileiro pluriétnico e democrático, tais expressões de diversidade são reconhecidas positivamente por uma série de dispositivos constitucionais e legais, nos marcos de um modelo que afirma a pluralidade étnica como direito e estabelece relações protetoras e promotoras de direitos coletivos diferenciados entre o Estado e os povos indígenas brasileiros, em substituição a antigos pressupostos assimilacionistas, tutelares e integracionistas predominantes antes da Constituição Federal de 1988.



identidades, conhecimentos, tradições e sistemas próprios de organização social, cultural, política, jurídica e econômica, inseridos em uma variedade de contextos territoriais e socioambientais. Esses povos possuem histórias longas e multigeracionais de interações com a sociedade, com o meio ambiente e com os territórios tradicionalmente ocupados, os quais não se confundem com a ideia de propriedade privada da terra; ou com a circunscrição a fronteiras rigidamente delimitadas. Sob a perspectiva indígena, o território é um espaço ecológico, social e simbólico, que remete a referentes históricos e identitários, sendo fundamental para a reprodução física e cultural do grupo, de suas formas de vida e de seus projetos de autonomia.

Em virtude de seus estilos de vida baseados, sobretudo, no uso e no manejo sustentado dos recursos naturais e da diversidade biológica das áreas em que vivem, a literatura científica especializada tem que os impactos da mudança do clima sobre as culturas e territórios indígenas serão ao mesmo tempo precoces e severos. Essa maior exposição e sensibilidade está parcialmente associada ao fato de que muitas comunidades podem estar localizadas em ecossistemas frágeis, sujeitos a extremos climáticos e a transformações espaciais aceleradas, principalmente por atividades antrópicas e modelos de desenvolvimento insustentáveis. Vale destacar, também, que os povos indígenas possuem conhecimentos tradicionais detalhados sobre os ciclos sazonais anuais e interanuais e suas inter-relações com os demais componentes

dos ecossistemas em que vivem, em virtude dos quais organizam práticas diversificadas de uso e manejo de paisagens e recursos naturais e estruturam sua vida social e cerimonial. Além disso, são observadores das dinâmicas e transformações ambientais, impactos e tendências relacionados a estas, como parte integral de seus modos de vida. Assim, ao longo de sua história milenar, têm elaborado respostas e estratégias variadas, criativas e sustentáveis para lidar com a mudança do clima, constituindo-se como sujeitos ativos no desenho de cenários próprios de mudanças e de adaptação, a partir de parâmetros culturalmente específicos e diferenciados de percepção climática.

Considerando a sinergia entre os aspectos da adaptação e mitigação, destaca-se, ainda, que os conhecimentos tradicionais, as práticas culturais, os padrões de ocupação territorial e os sistemas próprios de manejo e conservação dos recursos ambientais adotados pelos povos indígenas em seus territórios têm historicamente promovido a conservação da biodiversidade e dos ciclos hidrológicos, a contenção do desmatamento, a manutenção do estoque de carbono florestal e a provisão de uma série de serviços ambientais importantes para a manutenção da estabilidade das condições climáticas.

A Iniciativa para o Conhecimento Tradicional, do inglês “The Traditional Knowledge Initiative (TKI)”, promovida pelo Instituto de Estudos Avançados da Universidade das Nações Unidas (UNU), vem desenvolvendo esforços para promover uma valorização dos

conhecimentos e práticas tradicionais dos povos indígenas. Busca-se reconhecer que estes conhecimentos: 1) podem prover valiosas informações em nível local e regional, servir de fonte à verificação regional de modelos e dados científicos globais e oferecer a base para a elaboração de estratégias de adaptação e mitigação; 2) oferecem uma base sólida para elaborar medidas de adaptação baseadas em comunidades e microrregiões; 3) são uma base para desenvolver estratégias de adaptação e gestão de recursos naturais em resposta a mudanças ambientais e de outros tipos; 4) podem apoiar na compreensão do potencial de estratégias de adaptação que sejam custo-efetivas, participativas e sustentáveis<sup>31</sup>. Ante o exposto, tem sido recomendada a participação desse segmento nos debates, avaliações e planejamento de políticas de enfrentamento dos impactos adversos do clima, reconhecendo que a integração de conhecimentos científicos, tradicionais e locais potencializam a capacidade de adaptação e reduzem a vulnerabilidade.

Apesar dos conhecimentos tradicionais acumulados sobre o funcionamento dos ciclos naturais e dos ecossistemas, e de suas interrelações, a intensidade e velocidade com que os efeitos da mudança do clima tem se

manifestado, nos diferentes biomas, pode implicar em um cenário em que a magnitude dos riscos futuros supere a capacidade de resiliência e de adaptação destes povos e a manutenção de suas práticas e meios de subsistência. Observam-se poucos estudos e iniciativas voltados à compreensão das percepções dos povos indígenas do Brasil sobre os indicadores e sinais da mudança do clima e sobre práticas e estratégias adaptativas agenciadas por estes para lidar com tais transformações.

---

31 Destaca-se especialmente as contribuições do Grupo de Trabalho II (“Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade”) ao 4º e 5º relatórios de avaliação do IPCC, a partir de inúmeros estudos de caso; documentos referentes à 31ª e 32ª Sessões do IPCC; a compilação dos resumos apresentados na oficina promovida pelo IPCC e UNU “Pueblos Indígenas, poblaciones marginadas y cambio climático: vulnerabilidade, adaptación y conocimientos indígenas” (IPCC, UNU, 2011) e o relatório “Weathering Uncertainty – Traditional knowledge for climate change assessment and adaptation” (UNESCO, UNU, 2012).

## IMPACTOS OBSERVADOS

Algumas experiências recentes<sup>58</sup> apontam que, mais que variações climáticas regulares ou efeitos previstos para cenários futuros, muitas comunidades de diferentes realidades socioculturais e territoriais relatam que vêm experimentando alterações nos padrões de temperatura, precipitação, umidade, nível dos rios e sazonalidade. Juntamente a outros fatores e variáveis de exposição, afirmam que a mudança do clima tem atingido de forma heterogênea dimensões importantes do meio ambiente, das culturas e dos territórios indígenas, cujos impactos englobam, dentre outros: aumento na ocorrência de queimadas e desmatamentos, de eventos climáticos extremos, de processos de desertificação; alterações em ciclos de vida de plantas e animais, nos calendários agrícolas, na dinâmica de recursos hídricos e pesqueiros, nas práticas rituais de medicina tradicional, na organização da vida comunitária; na sustentabilidade das atividades produtivas/produção de alimentos/segurança alimentar, nas condições de saúde etc. Um instrumento auxiliar importante para o planejamento de ações de adaptação para territórios e povos indígenas da Amazônia brasileira é a plataforma digital online SOMAI (Sistema de Observação e Monitoramento da Amazônia Indígena)<sup>59</sup>. Desenvolvida pelo IPAM (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia), tal plataforma permite a disponibilização de informações científicas sobre cenários e vulnerabilidades climáticas dos territórios indígenas amazônicos (a exemplo de mapas e cenários de mudanças de padrões de chuva e de temperatura); bem como sobre o seu papel na manutenção do equilíbrio climático regional e global.

Diante do exposto, é possível constatar que a mudança do clima é apenas um dos múltiplos efeitos indutores de impactos em Terras Indígenas. Não pode<sup>33</sup> ser analisada separadamente das transformações sociais, políticas, econômicas e ambientais que tais povos enfrentam atualmente. Nesse sentido, o fortalecimento de capacidades adaptativas dos

povos indígenas deve necessariamente integrar-se aos esforços orientados à superação das desigualdades estruturais, à promoção da justiça climática<sup>34</sup> e à salvaguarda dos direitos humanos.

32 Foram utilizadas informações levantadas no âmbito dos seminários e processos formativos “As mudanças climáticas sob o olhar dos povos indígenas do Brasil”, promovidos pela Associação dos povos Indígenas do Brasil, Funai, IPAM e parceiros ao longo do segundo semestre de 2014; bem como informações providas pela publicação do Conselho Indígena de Roraima intitulada “Amazad Pana’adinhan: percepções das comunidades indígenas sobre as mudanças climáticas – Região Serra da Lua/RR”, resultado de um longo e cuidadoso processo de pesquisas colaborativas conduzidas por professores e agentes territoriais e ambientais indígenas (ATAIS) e pesquisadores parceiros, o qual agrega um plano de enfrentamento aos efeitos das mudanças climáticas na região com intuito de diminuir as consequências da mudança do clima.

33 [www.somai.org](http://www.somai.org)

34 Os defensores da Justiça Climática argumentam que aqueles que são os menos responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa serão aqueles que mais sofrerão com os impactos das mudanças climáticas. Para tentar minimizar esses problemas, eles propõem que sejam colocadas em prática iniciativas e políticas que busquem tratar das dimensões éticas de direitos humanos das mudanças climáticas de forma a reduzir a vulnerabilidade de grupos sociais desproporcionalmente afetados pelas mudanças do clima (EBI, 2009; ROBERTS & PARKS, 2009; SHEPARD & CORBIN-MARK, 2009; TYREE & GREENLEAF, 2009).

São variadas as medidas e conhecimentos e práticas tradicionais, respostas adaptativas adotadas por povos indígenas no Brasil sob o esteio de seus

Construção e manutenção de aceiros e formação de brigadistas;
Ações de vigilância e monitoramento dos limites das terras indígenas;
Discussões nas comunidades quanto ao manejo do fogo, emprego de técnicas de irrigação e de conservação do solo;
Implementação de projetos de recuperação de nascentes e implementação de sistemas agroflorestais;
Reabilitação e fortalecimento de conhecimentos agrícolas tradicionais, buscando orientação dos anciãos e de seus conhecimentos;
Alterações na localização e distribuição de aldeias e roças no território;
Flexibilização de atividades produtivas, a exemplo da escolha de espécies mais resilientes e menos dependentes de condições estacionais bem marcadas e de mudanças nos períodos de caça/coleta/plantio/colheita e na diversificação de espécies cultivadas;
Alterações da época e local de práticas de rituais e cerimoniais;
Emprego de novas tecnologias produtivas; criação de bancos de sementes e promoção de intercâmbios comunitários; Implantação de hortas medicinais e de projetos para fortalecimento dos saberes médicos tradicionais; utilização de instrumento de gestão e de planejamento em nível local e regional (como o etnomapeamento, etnozoneamento e planos de gestão territorial e ambiental em terras indígenas, conforme estabelece a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental em Terras Indígenas (PNGATI);
Planos regionais de enfrentamento à mudança do clima); realização de atividades educativas e de formação na ampla temática da gestão ambiental e territorial, visando o fortalecimento de capacidades;
Realização de diagnósticos, estudos de caso, pesquisas colaborativas e diálogos interculturais sobre a temática da mudança do clima;
Participação em fóruns de mudança do clima.

As análises e dados apresentados anteriormente conduzem à necessidade de direcionar um olhar específico para a temática da adaptação e povos indígenas com base em alguns pressupostos e bases comuns, alicerçado sobretudo: na proteção e promoção integral dos direitos dos povos indígenas consagrados em inúmeros diplomas legais; na compreen-

são das múltiplas formas com as quais as suas vulnerabilidades socioculturais e ambientais se compõem e se reforçam; na visibilidade das contribuições dos conhecimentos e práticas tradicionais de povos indígenas e populações locais; no estímulo aos diálogos interculturais e intercientíficos; na garantia de processos adequados de formação, informação, par-

ticipação e consulta aos povos indígenas; e na coordenação, articulação e sinergia entre políticas públicas de enfrentamento à mudança do clima e apoio à gestão territorial e ambiental de terras indígenas.

De forma a apoiar o desenvolvimento de ações programáticas futuras, sugere-se as seguintes diretrizes para orientar as estratégias de adaptação dos povos indígenas:

Reconhecer, visibilizar e potencializar a contribuição dos territórios e povos indígenas, com os seus conhecimentos, tecnologias e práticas tradicionais de ocupação, de uso e de manejo dos recursos naturais, para a conservação da biodiversidade, para a contenção do desmatamento, para a manutenção do equilíbrio das condições climáticas e para a formulação e implementação de políticas públicas de adaptação e mitigação dos efeitos das mudanças do clima;

Garantir recursos orçamentários e de cooperação internacional, entre outros, para a implementação da PNGATI, que tem se constituído instrumento profícuo de articulação de políticas públicas para Terras Indígenas, potencializando ações em prol da adaptação e enfrentamento dos efeitos da mudança do clima; De forma a apoiar o desenvolvimento de ações programáticas futuras, sugere-se as seguintes diretrizes para orientar as estratégias de adaptação dos povos indígenas;

Ampliar e fortalecer a proteção, fiscalização e plena regularização fundiária das terras tradicionalmente ocupadas pelos povos indígenas, de forma articulada, sinérgica e integrada à promoção da gestão territorial e ambiental de seus territórios;

Fortalecer o processo participativo e continuado de implementação da Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas, promovendo sinergias com as diretrizes, objetivos e instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima e priorizando ações de proteção, recuperação, conservação e uso sustentável dos recursos naturais das terras e territórios indígenas, com as dotações orçamentárias compatíveis;

Promover processos adequados de formação, informação, participação e consulta sobre a temática da mudança do clima, que alcancem as bases comunitárias e distintos componentes societários (em termos geracionais e de gênero, por exemplo), bem como o apoio à criação de redes de intercâmbio de experiências e diálogos;

Garantir a participação dos povos indígenas nos processos decisórios e de discussão, elaboração e implementação de políticas relacionadas à temática, a exemplo do Plano Nacional de Adaptação, da Estratégia Nacional de REDD+, do Sistema de Informações em Salvaguardas Socioambientais de REDD+, da Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental em Terras Indígenas (PNGATI), e em outros fóruns e instrumentos relacionados à mudança do clima e pagamento por serviços ambientais;

Promover estudos, mapeamentos e diagnósticos orientados à análise aprofundada de vulnerabilidades à mudança do clima (atual e potencial), dos povos indígenas e seus conhecimentos, práticas e estratégias adaptativas, priorizando metodologias participativas, diálogos interculturais, participação de pesquisadores indígenas e a articulação com processos educativos/formativos mais amplos.

## 7.6 Diretrizes

### 7.6.1 Diretrizes gerais para implementação da Estratégia de Adaptação por Bioma

Devido à ausência de dados para medir a vulnerabilidade das populações mais sensíveis dentro dos biomas, a maior parte das diretrizes propostas nesta seção está voltada para a melhoria da gestão do conhecimento. Dentre estas são propostas: (1) construir estratégias de cooperação entre os estados e os municípios; (2) construir metodologias de identificação e mensuração das vulnerabilidades sociais considerando a diversidade de grupos e territórios nos diferentes biomas; (3) fomentar ações multissetoriais e transversais visando a promoção e de políticas governamentais mais sinérgicas, especialmente em termos de infraestrutura básica de saúde e de prevenção contra à mudança do clima e os eventos extremos associados; (4) fomentar a inclusão social dos povos mais vulneráveis dando ênfase à capacitação para gerar autonomia em populações altamente dependentes de subsídios governamentais; e (5) identificar hotspots de pobreza no território e onde estes se cruzam com as áreas de maior vulnerabilidade físico-ambiental e climática; (6) fomentar iniciativas de ordenamento

territorial, garantindo o acesso ao território e o desenvolvimento de ações de inclusão produtiva aliadas ao manejo sustentável dos recursos do território e de recuperação de áreas degradadas, quando couber.

#### 7.6.1.2. Ferramenta de Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE)

Uma importante ferramenta para identificação de medidas de adaptação é a Adaptação Baseada em Ecossistemas (AbE). A AbE tem como premissa possibilitar às populações incrementar sua capacidade adaptativa, a partir do uso dos serviços ecossistêmicos e da biodiversidade como parte de uma estratégia de adaptação mais ampla. Esta estratégia busca auxiliar as pessoas e as comunidades a se adaptarem aos efeitos negativos da mudança do clima em nível local, nacional, regional e global. A AbE baseia-se no uso da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos (envolvendo ações de conservação, recuperação e/ou gestão de ecossistemas); objetiva medidas de adaptação para pessoas e comunidades; aplica lentes climáticas- preferencialmente conduzidas em estudos de avaliação de vulnerabilidade; e envolve processos participativos de múltiplos atores. (ICLEI, 2015). Maiores informações sobre essa metodologia estão disponíveis no sítio



eletrônico do Ministério do Meio Ambiente. populações vulneráveis, conforme descritas a seguir:

Registra-se, ainda, a inclusão, no volume 1 do presente Plano, de metas prioritárias para a temática de povos e

<b>Estratégia Setorial e Temática: Povos e Populações Vulneráveis</b>			
<b>Objetivo 3. Identificar e propor medidas para promover a adaptação e a redução do risco climático</b>	<b>Meta 3.6</b>	<b>Iniciativas</b>	<b>Responsável</b>
	Diagnóstico da Vulnerabilidade à Mudança do Clima em populações-alvo Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas- (PNGATI).	Analisar espacialmente o risco climático de populações-alvo da Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas (PNGATI);	FUNAI
		Analisar o grau de vulnerabilidade de cada grupo por indicadores preestabelecidos e pactuados;	
		Criar uma escala de vulnerabilidade para identificação de grupos prioritários.	
	Indicador/Monitoramento:	Progresso do andamento das atividades desenvolvidas.	
	Impacto:	Identificação dos grupos prioritários para recebimento de apoio de programas governamentais.	
	<b>Meta 3.7</b>	<b>Iniciativas</b>	<b>Responsável</b>
	Diagnóstico da vulnerabilidade à Mudança do Clima em populações-alvo do Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (PLANSAN).	Analisar espacialmente o risco climático de populações-alvo do Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal - CadÚnico, em especial Grupos Populacionais Tradicionais e Específicos (GPTE) identificados no cadastro;	MDS/ SESAN/ CAISAN
		Analisar o grau de vulnerabilidade de cada grupo por indicadores preestabelecidos e pactuados;	
		Criar uma escala de vulnerabilidade para identificação de grupos prioritários.	
Indicador/Monitoramento:	Percentual dos grupos populacionais do CadÚnico classificados pelos indicadores de vulnerabilidade e escala de risco climático.		
Impacto:	Identificação dos grupos prioritários para recebimento de apoio de programas governamentais.		

Estratégia Setorial e Temática: Povos e Populações Vulneráveis		
Meta 3.8	Iniciativas	Responsável
Diagnóstico elaborado e redução da vulnerabilidade à mudança do clima promovida em populações vulneráveis e beneficiárias das políticas públicas agroextrativistas.	Analisar espacialmente o risco climático de povos e comunidades tradicionais residentes nos 10 territórios prioritários;	MMA
	Analisar o grau de vulnerabilidade, por meio da criação de uma escala de vulnerabilidade para identificação de grupos prioritários;	
	Fomentar a aplicação de medidas de resiliência em populações caracterizadas como vulneráveis.	
Indicador/ Monitoramento:	Progresso do andamento das atividades desenvolvidas; Progresso das ações de redução da vulnerabilidade aplicadas às populações vulneráveis dos territórios elencados.	
Impacto:	Identificação de populações vulneráveis para recebimento de apoio de políticas públicas agroextrativistas.	

## 7.7 Considerações Finais

A identificação e análise da vulnerabilidade à mudança do clima de populações precisam avançar nos próximos anos.

As políticas públicas que vêm promovendo o desenvolvimento desses grupos devem incluir a avaliação do risco climático a fim de promover a resiliência destas populações.

Para tanto, atualmente estão disponíveis ferramentas de análise da vulnerabilidade no território como, por exemplo, o indicador desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente e Fiocruz, além de ferramentas como a de Adaptação Baseada em Ecossistemas. Estas, entre outras ferramentas e metodologias, estão disponíveis para uso pelas organizações e sociedade.



# Estratégia de Recursos Hídricos



**Plano Nacional de Adaptação  
à Mudança do Clima**



## 8.1 Apresentação

Este capítulo foi desenvolvido no âmbito da Rede Água, que representa uma rede formada por um grupo de especialistas e pesquisadores de diversas instituições de pesquisa, com a liderança da Agência Nacional de Águas (ANA) e apoio da Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU/MMA), da Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQ/MMA), e do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Adicionalmente, contou com as contribuições provenientes da consulta pública nacional a que uma versão anterior foi submetida. O responsável pela implementação desta estratégia é a Agência Nacional de Águas (ANA).

**Este capítulo tem como objetivo analisar os impactos da mudança do clima sobre os recursos hídricos e seus principais usuários, identificando as medidas de adaptação para melhorar a capacidade de resposta da gestão dos recursos hídricos e a governança em um cenário de maior variabilidade climática.**

O texto apresenta os principais impactos esperados da mudança do clima global sobre os recursos hídricos, no nível das grandes regiões brasileiras, bem como diretrizes para adaptação voltadas aos instrumentos de gestão dos recursos hídricos e aos principais setores usuários da água no Brasil. Além disso, identifica os atores institucionais potenciais para a

elaboração e implementação de planos de ação e de atividades específicas.

No processo de implementação do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA) deve-se considerar a Política Nacional de Recursos Hídricos<sup>35</sup>, as diretrizes estabelecidas no Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e demais planos, programas e políticas relacionados, visando à articulação entre esses instrumentos.

## 8.2 Introdução

Com as alterações nos padrões de temperatura e precipitação esperadas com a mudança do clima, deverão ocorrer impactos importantes sobre a disponibilidade hídrica (volumes e distribuição), afetando os usos da água e a população como um todo, e sobre a ocorrência de eventos extremos ligados à água (cheias e secas), que deverão se tornar mais intensos. A água, por sua natureza, deverá ser o meio pelo qual primeiramente as populações e os setores usuários sentirão os efeitos da mudança do clima global.

As inundações e as secas têm cada vez mais chamado a atenção da sociedade, não só por causarem impactos econômicos e sociais relevantes, mas por estarem mais evidenciados nos meios de comunicação. Cabe lembrar que, além do impacto

35 Lei nº 9.433/1997. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)

provocado por uma possível modificação do clima, os recursos hídricos e os eventos extremos a eles associados são geralmente afetados por outros fatores de pressão, tais como o uso e ocupação das bacias hidrográficas, o aumento da demanda urbana, agrícola e para a geração de energia, a intensificação de certos processos de comprometimento da qualidade da água, o aumento da exposição das populações e o incremento da intervenção humana em geral.

Além do aumento da variabilidade dos fenômenos hidrológicos extremos, destaca-se, como decorrência possível das alterações climáticas, a alteração nos padrões das séries hidrológicas, hoje consideradas estacionárias [36]. A mudança do caráter de estacionariedade de séries hidrológicas pode afetar o planejamento e a operação da infraestrutura hídrica para atendimento aos usos múltiplos, já que seu dimensionamento é realizado com base na premissa de que as estatísticas das séries observadas são representativas do futuro. O planejamento de infraestrutura hídrica e de alocação de água deverão, dessa forma, considerar que o comportamento hidrológico do passado pode não se repetir no futuro, mas variar de maneira diversa e ainda não completamente conhecida, adicionando incertezas para as quais devem ser desenhadas medidas de adaptação.

Investimentos em projeções climáticas, assim como estudos acerca de seus impactos sobre a disponibilidade

---

36 Uma série de dados é considerada estacionária quando se desenvolve no tempo em torno de uma média constante, refletindo alguma forma de equilíbrio. (in Análise de Séries Temporais, MANOEL IVANILDO SILVESTRE BEZERRA, 2006. Disponível em <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAe8xcAD/apostila-analise-series-temporais>)

hídrica brasileira são requeridos, visando reduzir lacunas de informação.

A questão que se coloca para o país é como planejar a infraestrutura hídrica necessária para o futuro, considerando as possíveis alterações dos padrões das variáveis hidrológicas e o alto grau de incertezas a que estão sujeitas. Estas variações de padrão poderão levar à necessidade de obras de grande porte, tais como reservatórios, canais, estações de bombeamento etc. A proposta para enfrentar essa situação é aprender a conviver com a variabilidade natural do clima, incluindo seus extremos, como primeiro passo para a adaptação à mudança do clima, admitindo-se e preparando-se para um eventual aumento da frequência de fenômenos extremos e efeitos ainda não plenamente esclarecidos de redução ou elevação das tendências dos valores médios de vazões ao longo do tempo.

Independentemente das incertezas envolvidas na mensuração dos impactos do clima futuro sobre o regime hídrico, a escassez de recursos financeiros e a existência de lacunas na implementação da gestão dos recursos hídricos indicam a necessidade de se adotar medidas de adaptação “sem arrependimento” (*no regrets*)<sup>37</sup>. Tais medidas estão direcionadas ao enfrentamento de problemas associados à variabilidade climática presente, aumentando,

---

37 Medidas de adaptação sem arrependimento são aquelas dirigidas à solução de problemas associados à variabilidade climática existente enquanto, ao mesmo tempo, constroem capacidade adaptativa às futuras mudanças climáticas. Os benefícios das medidas “sem arrependimento” serão percebidos independentemente do grau de mudança climática. - Mainstreaming Adaptation to Climate Change in Agriculture and Natural Resources Management Projects (WORLD BANK, 2010. Disponível em <http://siteresources.worldbank.org/EXTTOOLKIT3/Resources/3646250-1250715327143/GN5.pdf>).

dessa forma, a resiliência à mudança do clima futuro. Ou seja, enfrentando-se os problemas atuais de forma mais robusta, aumentar-se-á a capacidade da sociedade, dos ecossistemas e da economia em lidar com as alterações esperadas.

Dessa forma, a principal interação entre as áreas de recursos hídricos e de mudança do clima está voltada à adoção de medidas de adaptação, visando o aumento da capacidade de resposta e à redução das vulnerabilidades das populações e ecossistemas aos efeitos adversos esperados, decorrentes da mudança do clima. Nesse sentido, considera-se que este deve ser o foco de um plano de adaptação para o setor de recursos hídricos, em complementação e integrado ao importante esforço brasileiro e internacional de controle das emissões de gases de efeito estufa.

## 8.3 Impactos da Mudança do Clima – Vulnerabilidade

### 8.3.1 Cenários e impactos futuros da Mudança do Clima sobre Recursos Hídricos

De forma geral, estudos conduzidos no Brasil indicam que as simulações realizadas na escala das bacias hidrográficas (NÓBREGA et al., 2011; TOMASELLA et al., 2009; CAMPOS e NÉRIS, 2009; MEDEIROS, 2003) corroboram com os estudos realizados em nível global (MILLY et al., 2005; UK MET OFFICE, 2005) e nacional (SALATI et al., 2008) no que diz respeito aos sinais da mudança do clima, a saber, variações na temperatura e precipitação, entre outros.

Com base nos estudos de impactos da mudança do clima sobre os recursos hídricos em escala global, as projeções indicam que o Brasil deve sofrer efeitos distintos em suas diferentes regiões.

Os principais impactos da mudança do clima sobre os recursos hídricos no país podem ser sintetizados em quatro grandes tendências:

Aumento da criticidade hídrica para bacias hidrográficas da Região Nordeste, embora não haja consenso sobre estudos acerca da dinâmica da precipitação de chuvas;

Rápido declínio nos fluxos em torno de 2100 para as bacias da parte ocidental do Nordeste e do Atlântico Ocidental;

Tendência de declínio na oferta de água superficial para quase todas as regiões do Brasil (o declínio na precipitação de chuvas poderá impactar os fluxos dos rios em bacias geradoras de hidroeletricidade);

Aumento da precipitação e, consequentemente, das vazões para a região sul do país.

Além dos efeitos sobre as águas superficiais, a mudança do clima deverá afetar as taxas de recarga de águas subterrâneas. Estudo realizado por Doll & Florke (2005), estima que as águas subterrâneas no Nordeste do Brasil devem ter uma redução na recarga da ordem de 70% até 2050. Da mesma forma, no Sistema Aquífero Guarani, quase 70% dos cenários climáticos previram variações dos níveis freáticos abaixo daqueles



medidos no monitoramento entre 2004 e 2011 (MELO, 2013).

No entanto, o conhecimento sobre recarga e níveis de aquíferos é ainda incipiente. O impacto da mudança do clima sobre as águas subterrâneas é ainda pouco estudado, inclusive no que se refere aos impactos sobre a relação entre as águas superficiais e aquíferos, que são hidraulicamente conectados (KUNDZEWICZ et al., 2007).

### 8.3.2 Impactos esperados nos principais setores usuários

As mudanças no ciclo hidrológico decorrentes das mudanças nos padrões da precipitação possivelmente afetarão, de modo significativo, a disponibilidade e a distribuição temporal da vazão dos rios. Adicionalmente aos impactos esperados no regime hidrológico, prováveis mudanças na demanda de diversos setores usuários podem ocorrer em função tanto da expectativa de crescimento populacional como do desenvolvimento do país.

#### 8.3.2.1 Abastecimento Urbano

Por ser um setor que depende diretamente da disponibilidade de água em quantidades e qualidades adequadas, nas regiões em que são demandadas, o abastecimento humano deverá ser fortemente impactado por alterações no ciclo hidrológico. Além do aumento de demanda decorrente do crescimento populacional, da urbanização e da política

de universalização do abastecimento de água, o balanço hídrico poderá ser afetado por incrementos de consumo relacionados à elevação da temperatura global.

O investimento abaixo do necessário em abastecimento público, observado ao longo de muitos anos, agrava sua vulnerabilidade frente aos efeitos da mudança do clima. Segundo o Plano Nacional de Saneamento Básico (PNSB), existe uma demanda reprimida da ordem de R\$ 508 bilhões em investimento para universalizar o acesso aos quatro serviços de saneamento (água, esgotos, resíduos sólidos urbanos e drenagem)<sup>38</sup>. O Atlas Brasil de Abastecimento Urbano de Água<sup>39</sup>, elaborado pela ANA em 2011, apresenta os resultados da avaliação da situação dos mananciais e sistemas de produção de água de todas as sedes urbanas do país. O estudo permitiu verificar as vulnerabilidades correntes que, num cenário de alteração de disponibilidade e maior frequência de eventos extremos, tendem a se agravar.

---

38 Site <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>, acessado em 25/03/2015.

39 Disponível em <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>.

## Diretrizes de ação para o setor de abastecimento urbano

Formular o planejamento do setor orientado a:

1. Consideração das vulnerabilidades adicionais associadas a alterações da disponibilidade hídrica.
2. Integração com o planejamento de recursos hídricos e de outros setores.
3. Redução de perdas, racionalização do uso e monitoramento da quantidade e qualidade de água dos mananciais.
4. Incrementar os investimentos em coleta e tratamento de esgoto, especialmente em bacias sujeitas à escassez de água, para que a perda de qualidade não configure obstáculo adicional ao uso dos recursos hídricos.

### 8.3.2.2 Irrigação

A tendência é de que, num cenário crítico de disponibilidade hídrica, aumente o conflito entre a irrigação e outros usos da água, tais como o abastecimento urbano e a geração de energia. Em períodos críticos, prevê-se que serão necessárias medidas efetivas para manter as prioridades de uso estabelecidas por lei, assim como ajustar os interesses dos diferentes usuários.

O setor de irrigação responde hoje por 54% da vazão de retirada dos recursos hídricos e 72% da vazão efetivamente consumida, o que o situa como o maior setor usuário, de acordo com a ANA (2015). No Brasil, a área irrigada em 2012 foi estimada em 5,8 milhões de hectares, ou 19,6% do potencial nacional de 29,6 milhões de hectares, conforme dados do Censo Agropecuário 2006<sup>40</sup>

e das projeções do Plano Nacional de Logística de Transportes (PNLT 2002-2023). Adicionalmente à tendência de expansão da agricultura irrigada no Brasil, a alteração nos padrões de precipitação nas diferentes regiões do país, inclusive algumas não tradicionalmente afetadas por estiagens, pode levar à necessidade de aumento de irrigação complementar.

Em regiões com maior escassez, e consequentemente, com maior limitação às retiradas de água, poderão ocorrer dois processos distintos: (1) redução na demanda de água para irrigação nas áreas implantadas em decorrência da substituição de tecnologias ou de culturas, devido à própria escassez ou à cobrança pelo uso da água e outros instrumentos econômicos; (2) aumento de conflitos pelo uso, com dificuldades na implementação das decisões dos comitês e de restrições de diferentes naturezas.

40 IBGE, 2010. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>

Deve-se considerar ainda, que a agricultura irrigada apresenta grande elasticidade de uso da água. Em virtude da diversidade de técnicas de irrigação poupadoras existentes e da possibilidade, ainda que limitada, de alteração para cultivos com menor demanda de água, o setor pode, com relativa facilidade e em

casos específicos, adaptar os volumes retirados às disponibilidades existentes.

### Diretrizes de ação para o setor de irrigação

Possíveis medidas de adaptação para o setor incluem:

1. Capacitação e mobilização dos usuários para a formulação e implementação de planos de contingência.
2. Melhoria das previsões de disponibilidade de água para irrigação, em curto e médio prazo.
3. Substituição de tecnologias de irrigação por métodos mais eficientes no uso da água e energia.
4. Adoção de manejo eficiente das áreas irrigadas.
5. Infraestrutura para garantia de oferta integrada com outros usos e com o planejamento de recursos hídricos.
6. Estratégias de conservação de solo com impacto sobre a produção de água, como o plantio direto, a manutenção e recomposição das Áreas de Preservação Permanente (APPs), promoção da conservação e aumento da infiltração em áreas de recarga dos aquíferos.

#### 8.3.2.3 Energia

O Brasil é um dos grandes produtores mundiais de energia hidrelétrica, respondendo por 10% da produção mundial. De acordo com dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), em torno de 61% da matriz energética brasileira tem origem na hidroeletricidade [41]. Esse sistema é fortemente dependente da disponibilidade hídrica de médio e

longo prazo para a produção de energia firme e, portanto, para garantia de atendimento do sistema. Isso significa uma alta vulnerabilidade a alterações no regime hidrológico.

Muitos estudos disponíveis apontam, de maneira não conclusiva, para uma tendência de redução da precipitação – e, portanto, da disponibilidade hídrica – nas regiões Nordeste, onde a produção de hidroeletricidade é importante, e Norte, para onde está prevista sua expansão. Em áreas fundamentais para a geração

41 <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>, acessado em 12/03/2015

hidrelétrica no Brasil, como a região Sudeste e a bacia do rio Tocantins, não existe concordância entre os modelos climáticos sobre qual será a tendência de alteração no padrão de escoamento: se positiva ou negativa. Por outro lado, há um potencial de aumento da produção na região Sul em decorrência da previsão de elevação na precipitação; no entanto, o aproveitamento desse potencial depende da capacidade de armazenamento e aproveitamento desses excedentes.

A opção do setor nos últimos anos, de expandir a produção a partir de reservatórios sem capacidade de regularização, apesar de reduzir os impactos sobre o meio ambiente, pode adicionar vulnerabilidades em um possível cenário de períodos de extremos mais longos e severos, uma vez que essas usinas dependem exclusivamente do escoamento dos rios. Isso tem impacto também na operação dos reservatórios que integram o Sistema Interligado Nacional (SIN), que não corresponde, necessariamente, aos interesses das bacias em que se localizam e podem acirrar conflitos locais.

De maneira geral, usinas hidrelétricas com reservatórios possuem maior capacidade de gerenciamento das vulnerabilidades, pois ficam menos sujeitas à variação da vazão do rio. Estudo realizado pelo CEBDS<sup>68</sup> mostra que, dependendo da capacidade instalada, as usinas estão sujeitas a diferentes tipos de impactos e, conseqüentemente, se deve buscar formas distintas para a redução de suas vulnerabilidades, entre elas, o suprimento com outras fontes de energia nos meses de déficit hídrico. Além disso, maior capacidade de reservação e possibilidade de regularização de corpos d'água significam redução de vulnerabilidades para os demais usos da água, em especial, o abastecimento humano.

### Diretrizes de ação para o setor de energia

Possíveis medidas de adaptação para o setor incluem:

1. Aumento da capacidade de reservação interanual nos empreendimentos de produção de energia.
2. Maior integração de usos múltiplos nos reservatórios.
3. Aumento de investimentos em soluções locais de geração de energia de maneira complementar à energia proveniente do SIN.
4. Aumento de investimentos em medidas de conservação e recuperação de APP com intuito de reduzir o assoreamento dos reservatórios e aumentar sua vida útil.

### 8.3.2.4 Indústrias

O setor industrial responde por 17% da vazão retirada total e por 7% da vazão consumida, de acordo com o relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (ANA, 2015). As regiões hidrográficas com a maior demanda industrial pela água são as do Paraná, do Atlântico Sul e do Atlântico Sudeste, o que demonstra elevada concentração geográfica desse uso.

Os impactos mais relevantes variam de acordo com o tipo de indústria e sua localização geográfica. Alterações no regime hídrico e efeitos de eventos hidrológicos

extremos podem afetar a atividade industrial, por exemplo, em situações de escassez do recurso que impliquem em desabastecimento, mesmo que parcial. A capacidade de adaptação do setor industrial é influenciada pelo porte e pelos recursos disponíveis para investimentos.

#### Diretrizes de ação para o setor de indústrias

Possíveis medidas de adaptação para o setor devem considerar as características específicas de cada atividade industrial:

1. Aumento do investimento em reservação.
2. Estímulo ao uso racional e ao reuso da água.
3. Uso de fontes alternativas, novas fontes ou relocação de plantas industriais.
4. Investimento em tecnologias mais eficientes no uso da água ampliado para todos os tipos de indústrias.
5. Elaboração de planos de contingência para situações de eventos hidrológicos extremos, definindo procedimentos e mecanismos a serem adotados em situações de secas prolongadas, por exemplo.

### 8.3.2.5 Qualidade da água e meio ambiente

A mudança do clima poderá causar alterações significativas na qualidade das águas e em seus ecossistemas associados. No entanto, a quantificação dessas alterações é de difícil determinação devido às incertezas relacionadas tanto às projeções climáticas quanto à complexidade da interação entre os vários fatores que afetam a qualidade das águas (hidrologia, processos químicos, físicos e biológicos).

O aumento da temperatura das águas é o impacto mais imediato esperado em função da mudança do clima. Esse aumento provoca uma alteração nos processos químicos e biológicos, afetando a qualidade das águas. Um dos principais impactos é a redução nas concentrações de oxigênio dissolvido, interferindo na capacidade de autodepuração dos corpos d'água e na sua capacidade de manter a biodiversidade aquática.

O aquecimento das águas superficiais de lagos e reservatórios também aumenta a estratificação vertical desses corpos d'água, reduzindo a mistura das águas superficiais com as águas mais profundas.

As alterações nas vazões de escoamento dos rios também impactam a qualidade das águas superficiais. A redução da vazão dos rios causa uma diminuição da sua capacidade de diluição das cargas poluentes, com consequente aumento dos níveis de poluição à jusante dos pontos de lançamento.

O aumento da duração e intensidade das chuvas, por sua vez, pode aumentar a poluição difusa causada por sedimentos, nutrientes e agrotóxicos. O maior aporte de nutrientes promove o crescimento de algas, as quais podem alterar significativamente os ecossistemas aquáticos causando mortandade de

peixes e alterações na cadeia alimentar. As cianobactérias, que podem produzir toxinas, geralmente têm um maior crescimento em temperaturas mais altas (acima de 25°C), criando uma vantagem competitiva em relação a outras espécies.

As alterações na qualidade dos recursos hídricos podem aumentar os custos de tratamento de águas destinadas ao abastecimento doméstico e ao uso industrial, além de afetar a viabilidade de uso para irrigação, reduzir a biodiversidade aquática e a pesca, aumentar a incidência de doenças de veiculação hídrica e ocasionar a perda de valores turísticos e paisagísticos.

### **Diretrizes de ação para a qualidade da água e meio ambiente**

Possíveis medidas de adaptação incluem:

1. Implementar o monitoramento sistemático da qualidade da água.
2. Implementar planos de segurança da água e procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano.
3. Investir em tecnologias para a redução das cargas poluidoras lançadas nos corpos hídricos.
4. Aumentar os investimentos em tratamento de efluentes.
5. Garantir a efetividade do instrumento de enquadramento dos corpos de água segundo seus usos preponderantes.
6. Investir na recuperação de APP.



## 8.4 A Gestão de Recursos Hídricos Adaptada à mudança do clima

### 8.4.1 Diretrizes para Governança em Recursos Hídricos

A boa governança dos recursos hídricos, independentemente da ocorrência de impactos provenientes da mudança do clima, engloba a capacidade dos entes envolvidos de tomar decisões adequadas e oportunas, de garantir o seu cumprimento, e de articularem entre si e com os demais atores externos ao sistema. Diante de incertezas futuras quanto à disponibilidade e demanda de água e da possibilidade de ocorrência de eventos hidrológicos extremos mais frequentes e severos, cresce a importância de contar com capacidades técnicas, planejamento adequado e instrumentos de cooperação entre entidades de diferentes esferas e setores, além de novos arranjos a serem estabelecidos que garantam a capacidade de resposta mesmo fora das situações de normalidade.

Isso pode constituir um desafio face à complexidade do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos no Brasil, cuja diversidade de entes e instâncias, com sobreposições e lacunas de atribuições, representa, por vezes, custos de transação altos que penalizam a adoção de arranjos mais ágeis e flexíveis e podem prejudicar a tomada de decisão em tempo hábil. A própria legislação vigente pode dificultar a adoção de arranjos mais leves e moldados a realidades diversas (como, por exemplo,

grupos de decisão customizados ao local e à natureza dos problemas, temporários ou permanentes).

A exemplo da configuração do sistema de gerenciamento, a capacidade das instituições de adaptar-se a circunstâncias em mudança influencia sobremaneira, a eficácia da gestão dos recursos de uso comum. Eventos recentes de cheias e estiagens ocorridos no país têm colocado à prova a capacidade do sistema e das instituições que o compõem, evidenciando enormes problemas de adaptação a situações críticas.

#### Diretrizes de ação para o sistema e processos de governança dos recursos hídricos

Possíveis medidas de adaptação voltadas a/à:

**a.** Aumentar a capacidade de resposta das instituições diante de cenários futuros incertos e em mudança:

**1.** Informação e conhecimento: gerar e disponibilizar informações e conhecimento, confiáveis e em tempo hábil, sobre os sistemas naturais e humanos, incorporando as incertezas (cadastros confiáveis e atuais de usuários, previsão climática, monitoramento, séries hidrológicas adequadas, entre outros).

**2.** Gestão de conflitos: criar ou adaptar mecanismos para resolução de potenciais conflitos, inclusive instâncias específicas dotadas das competências necessárias, planos de contingência e de alocação de água em situações de seca, entre outros.

**3.** Cumprimento de regras: estabelecimento de regras de utilização dos recursos hídricos bem definidas, coerentes com a realidade local, de amplo conhecimento, e com mecanismos que induzam o seu cumprimento, com sanções compatíveis às violações e capacidade para implementá-las.

**4.** Presença de infraestrutura: infraestrutura física (reservatórios, canais, adutoras, poços etc.), tecnológica (modelos computacionais, modelos de previsão climática, radares meteorológicos, sensores etc.) e arcabouço institucional (diversidade institucional, participação do usuário, legislação etc.) suficiente para atuar ante os possíveis efeitos da mudança do clima.

**5.** Aprendizado e adaptação: as instituições devem ser concebidas para proporcionar a transformação necessária para lidar com novos problemas e contextos de mudança, em um processo constante de aprendizado e adaptação. Nesse sentido, deve-se sempre procurar mapear e avaliar ações já realizadas pelo setor público e pelos setores da economia brasileira.

**b.** Aumentar a coerência e consistência entre as políticas públicas de recursos hídricos e setores relacionados:

**1.** Reforçar a direção governamental, garantindo a articulação necessária para que os recursos hídricos sejam considerados no processo de elaboração de planos e políticas públicas dos setores relacionados, inclusive com a política de meio ambiente.

**2.** Fortalecer a participação dos municípios no SINGREH, dado seu papel-chave no uso e ocupação do solo, na gestão de resíduos sólidos urbanos, no licenciamento ambiental local e no saneamento.

**3.** Esclarecer conceitos e princípios sobre a legislação de recursos hídricos, notadamente para o trato de eventos críticos, que poderão exigir racionamento, suspensão de outorgas e/ou a realocação de disponibilidades.

**c.** Aumentar a efetividade da governança das bacias hidrográficas:

- 1.** Priorizar a atuação por abordagens locais de áreas-problema, com arranjos institucionais compatíveis.
- 2.** Aplicar o princípio da subsidiariedade<sup>69</sup>, além de recortes territoriais estratégicos, como regiões críticas/prioritárias.
- 3.** Considerar modelos de gestão mais apropriados para as regiões da Amazônia, do Semiárido Brasileiro e do conjunto Sul, Sudeste e Centro-Oeste.
- 4.** Ampliar iniciativas voltadas à integração de ações de gestão de recursos hídricos entre os três níveis de governo e ao aumento da capacidade dos sistemas estaduais de gestão (especialmente dos órgãos gestores estaduais), por meio, por exemplo, da pactuação de metas e de incentivos para seu alcance.
- 5.** Buscar alternativas para que diferentes instituições possam atuar executivamente na gestão de recursos hídricos, por meio de convênios, contratos de gestão ou parceria público-privada, por exemplo.
- 6.** Reduzir o distanciamento entre as estruturas colegiadas deliberativas e os órgãos gestores dos recursos hídricos, aumentando, dessa forma, a capacidade de execução do Sistema.
- 7.** Reduzir o distanciamento entre as estruturas colegiadas deliberativas e os órgãos gestores dos recursos hídricos, aumentando, dessa forma, a capacidade de execução do Sistema.
- 8.** Garantir transparência e definição de responsabilidades (*accountability*).

---

43      Esse princípio preconiza que toda e qualquer decisão que possa ser assumida localmente e que não afete terceiros e/ou áreas mais abrangentes, não deverá subir a instâncias hierárquicas superiores.

Adicionalmente, foram propostas metas alinhadas ao objetivo específico do PNA que estão detalhadas a seguir:

<b>Estratégia Setorial e Temática: Recursos Hídricos</b>		
<b>Meta 3.9</b>	<b>Iniciativas</b>	<b>Responsável</b>
Incorporar medidas de adaptação à mudança do clima nas ações desenvolvidas pela Agência Nacional de Águas.	Identificar/propor medidas de adaptação “sem arrependimento”, voltadas para o aumento da capacidade de resposta do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e para a redução das vulnerabilidades dos principais setores usuários de água, populações e ecossistemas, aos efeitos adversos esperados.	ANA
Indicador/ Monitoramento:	Progresso na implementação dos projetos e dos instrumentos de gestão de recursos hídricos.	
Impacto:	Aumento da capacidade de resposta da ANA e dos demais entes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh), aos desafios colocados pela mudança do clima.	
<b>Estratégia Setorial e Temática: Recursos Hídricos</b>		
<b>Meta 3.10</b>	<b>Iniciativas</b>	<b>Responsável</b>
Desenvolver modelagens climáticas e hidrológicas integradas, e avaliar seus impactos na gestão de recursos hídricos.	Utilização de novas modelagens com método dinâmico e métodos estatísticos de outras famílias de Modelos Climáticos Globais (MCGs), aumentando assim o número de projeções disponíveis para análise de impacto da mudança do clima em recursos hídricos;	ANA
	Desenvolvimento de estudos de aplicação da metodologia Economia da Adaptação à Mudança do Clima (ECA), a partir do projeto na bacia hidrográfica dos rios Piracicaba-Capivari-Jundiá;	
	Subsídio ao segmento de ciência e tecnologia, por meio de chamada específica a ser elaborada em conjunto com o CNPq, voltada à interface de mudanças climáticas e recursos hídricos.	
Indicador/ Monitoramento:	Progresso de desenvolvimento dos projetos.	
Impacto:	Aumento da capacidade de resposta dos entes do SINGREH aos desafios colocados pelas mudanças do clima.	

### 8.4.2 Instrumentos de gestão previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Federal nº 9.433/1997, visa assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, a utilização racional e integrada dos recursos

hídricos com vistas ao desenvolvimento sustentável e a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais. Os instrumentos previstos na Lei para concretizar esses objetivos são:

os Planos de Recursos Hídricos, desenvolvidos para cobrir várias escalas espaciais e temporais;

o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;

a outorga de direito de uso da água;

a cobrança pelo uso da água; e

o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

O principal desafio que se coloca diante da expectativa de um futuro em mudança é garantir a aplicação efetiva dos instrumentos de gestão adaptáveis a diferentes condições, o que significa dotar os gestores e tomadores de decisões das ferramentas para responder a um sistema dinâmico, com maior flexibilidade nas suas decisões e ações, melhorando a resiliência do sistema de recursos hídricos frente às mudanças climáticas de longo prazo.

#### 8.4.2.1 Sobre os Planos de Recursos Hídricos

Os Planos de Recursos Hídricos devem procurar sinalizar os possíveis impactos da mudança do clima sobre disponibilidade hídrica futura, sobre as demandas pelo uso da água e indicar

diretrizes de atuação nas novas condições. A análise de cenários prospectivos, estabelecendo os cenários mais prováveis que incluam impactos esperados da mudança do clima, simplifica e torna mais compreensível o problema a ser enfrentado.

Para tanto devem ser utilizadas metodologias consagradas e robusta plataforma de banco de dados, garantindo a uniformidade e compatibilidade das informações.

Recomenda-se a elaboração de planos de contingência (especialmente para secas e cheias), associados ao planejamento de longo prazo e revistos periodicamente, visando orientar as ações dos diferentes atores envolvidos

em momentos de eventos extremos e preparar as condições para diminuir os efeitos adversos desses eventos. Em paralelo, deve-se desenvolver um plano de financiamento dos investimentos necessários. Adicionalmente, as ações de planejamento devem contemplar a definição de medidas estruturais e não estruturais, além de diretrizes estratégicas para a alocação de água a serem aplicadas à bacias consideradas críticas.

Recomenda-se, ainda, que durante o processo de elaboração, implementação e revisão dos Planos de Recursos Hídricos (Nacional, Estaduais e de Bacias Hidrográficas), as diretrizes estabelecidas no PNA sejam consideradas.

#### 8.4.2.2 Sobre o enquadramento dos corpos d'água

Grande parte dos tomadores de decisão e gestores de recursos hídricos ainda não compreendem que o principal objetivo do enquadramento é o planejamento de uma bacia hidrográfica por meio do estabelecimento de metas de qualidade da água, pactuadas entre os atores da bacia. A mudança do clima pode ser um fator importante de alteração da qualidade da água por afetar as vazões e alterar a capacidade de assimilação de poluentes ou aumentar a poluição difusa.

A adoção de uma vazão de referência única como base para o enquadramento gera uma restrição para o processo de gestão, pois as metas de qualidade são geralmente baseadas em vazões de referência extremamente restritivas, o que onera as medidas necessárias ao seu alcance. Além disso, a adoção de uma vazão de referência única como base para a tomada de decisão não permite ajustar os valores para um cenário futuro diverso e alimenta as restrições referentes às incertezas. Nesse cenário, uma alternativa interessante é adotar a probabilidade de ocorrência de parâmetros de qualidade da água, que admite um risco determinado de não atendimento à classe de enquadramento e considera o custo das medidas de despoluição necessárias para diminuir esse risco e aumentar o atendimento ao enquadramento proposto. Esse tipo de abordagem introduz uma maior flexibilidade no processo de gestão, pois pode considerar o risco de não atendimento relacionado não apenas com a progressão das metas de enquadramento, mas também em função das alterações do cenário climático.

Sugere-se, ainda, a adoção das seguintes práticas para buscar a implementação efetiva do instrumento:

Integrar as metas do enquadramento e dos planos municipais de saneamento.

Ampliar os mecanismos de financiamento para implementar as ações de despoluição.

Ampliar e padronizar o monitoramento da qualidade da água para acompanhar o efeito da mudança do clima e o alcance das metas de enquadramento.



Considerar os cenários de mudança do clima e suas incertezas no processo de estabelecimento das metas de enquadramento.

Articular a atuação entre os órgãos de licenciamento e de outorga no que diz respeito às metas de enquadramento.

### 8.4.2.3 Sobre a outorga de direito de uso da água

Projeta-se que os efeitos da mudança do clima aumentarão o estado de criticidade de algumas bacias no aspecto quantitativo, qualitativo ou em ambos. Essa situação exigirá que os critérios de outorga sejam mais flexíveis e permitam adaptação a diversas situações como de balanço hídrico, de arranjo institucional, de capacidade de adequação dos usos e usuários, entre outras. Conferir ao instrumento da outorga a necessária robustez para responder aos diversos cenários possíveis, passa pela adoção de parâmetros de atendimento e referência diversos e menos conservadores, além de procedimentos específicos para áreas críticas e mecanismos e critérios

transparentes para cancelamento ou suspensão da outorga ou parte dela.

O conjunto de novos procedimentos poderá incluir desde vazões de referência e porção disponibilizada para uso menos conservadores, outorgas coletivas e outorgas temporárias, até a inclusão de análises de risco e de valor econômico para a tomada de decisão, passando pela realocação de volumes. Essas situações especiais exigem informações confiáveis, maior preparo técnico, maior articulação e comunicação com os usuários e maior capacidade de fiscalização.

As alternativas para tornar o instrumento da outorga mais adaptado aos impactos da mudança do clima nos recursos hídricos incluem:

Avaliar a possibilidade da outorga prever níveis indicativos de criticidade para situações atípicas de disponibilidade hídrica, os quais impliquem em redução proporcional ou interrupção das permissões de retirada, devidamente explicitadas e previamente pactuadas com os usuários em planos de contingência ou acordos de alocação de água, elaborados com base em estudos técnicos que comprovem a necessidade do ato.

Elaborar acordos de alocação negociada de água em áreas que apresentem níveis críticos de utilização do recurso e ocorrência de eventos hidrológicos extremos.

Considerar avaliações de risco e das preferências dos grupos ante as alternativas para enfrentar o risco, bem como considerar a capacidade dos usuários da água de absorverem tais riscos.

Flexibilizar os parâmetros de atendimento de forma a: permitir a adoção de critérios mais flexíveis na definição das vazões de retirada previstas nos atos de outorga, com possível associação às variações das vazões de referência.

Conferir segurança institucional e jurídica (critérios e sequência de atuação) para a suspensão de direitos de uso em situações de eventos hidrológicos extremos.

Buscar maior efetividade no cumprimento de condicionantes das outorgas.

#### 8.4.2.4 Sobre a cobrança pelo uso da água

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos possui os importantes papéis de reconhecer a água como bem econômico e indicar seu valor ao usuário, incentivar a racionalização do uso e obter recursos financeiros para ações voltadas a recursos hídricos. Diante dos impactos esperados da mudança do clima sobre a disponibilidade e demanda de recursos hídricos, os incentivos ao uso racional e os investimentos em ações específicas deverão se tornar mais prementes.

Quando entendida como uma das fontes de arrecadação de recursos para a bacia, a cobrança pode ser um importante instrumento para operacionalizar ações de adaptação à mudança do clima previstas nos planos de recursos hídricos e nos planos de contingência. Ao estabelecer prioridades para a utilização dos recursos financeiros arrecadados, é importante considerar as ações referidas acima. A aplicação desses recursos em programas e atividades que resultem em redução dos riscos advindos da mudança do clima pode, inclusive, desmistificar a percepção dos usuários de que a cobrança é apenas mais um imposto.

Pode ser necessária a flexibilização da aplicação dos recursos financeiros, inclusive com participação dos setores privados interessados, de maneira a atrair mais fundos e permitir que as intervenções necessárias ocorram de fato.

A cobrança pode, em vista de cenários que apresentam maiores riscos hidrológicos associados, subsidiar economicamente algumas ferramentas de gestão, tais como: seguros aos usuários que apresentam perdas devido ao não atendimento de suas demandas, criação de um sistema de compensação financeira para os usuários que reduzam seus volumes captados, diminuindo assim o risco de não atendimento para os usos considerados prioritários na bacia hidrográfica, entre outros.

Por outro lado, a cobrança tem a finalidade de demonstrar ao usuário o valor do recurso, que, em situações críticas – especialmente de escassez – deve aumentar. Para tal, é desejável que os valores cobrados reflitam a situação do balanço hídrico local, com valores mais elevados em situações de escassez e para usos mais dispendiosos, visando incentivar usos mais eficientes.

Alternativas para maximizar os efeitos positivos do instrumento da cobrança em um cenário de mudança do clima incluem:

Priorizar ações de planos de bacia ou planos de contingência a serem pagos com recursos da cobrança.

Aumentar a transparência e a responsabilização sobre a aplicação dos recursos da cobrança.

Realizar análises econômicas de capacidade de suporte para a elevação dos valores da cobrança onde e quando necessário.

Permitir a flexibilização dos valores da cobrança para refletir a situação do balanço hídricos (valores maiores em tempos de escassez) e a eficiência no uso da água.

Destinar parte dos recursos à elaboração do detalhamento de projetos voltados à adaptação que permitam acessar fundos específicos.

#### 8.4.2.5 Sobre o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - SNIRH

A adaptação da gestão dos recursos hídricos às incertezas trazidas pela mudança do clima pressupõe a necessidade de disponibilidade da melhor informação possível de modo prático e em tempo adequado para subsidiar a tomada de decisão. Logo, a adaptação do SNIRH – requer dotá-lo da capacidade de fornecer dados atuais e acessíveis para todos os interessados, inclusive a partir de robusta plataforma de banco de dados.

Para atender a essa demanda será

Incrementar a disponibilidade das informações provenientes de postos de precipitação e vazão em áreas urbanas.

Aumentar a quantidade de postos fluviométricos para o monitoramento de pequenas bacias.

Ampliar o monitoramento de dados de evaporação e evapotranspiração, sedimentos e qualidade da água.

necessária maior automação na coleta e tratamento de dados – para a disponibilização em tempo real, especialmente em situações de cheias – além da padronização das metodologias e das informações, buscando utilizar os métodos mais atuais, e estabelecendo uma boa estratégia de divulgação e comunicação.

A rede hidrometeorológica nacional necessita de alguns aprimoramentos para a gestão dos recursos hídricos em cenários de mudança do comportamento hidrológico. Os principais desafios são:

Ampliar a disponibilidade de séries de vazões em rios sujeitos a efeito tanto de remanso como de maré ou refluxo.

Fortalecer as redes de alerta existentes e a operacionalização de salas de situação para regiões historicamente afetadas por eventos extremos.

Para isso são necessários investimentos em ciência, tecnologia e inovação na área de modelagem e monitoramento da disponibilidade dos recursos hídricos, conforme será detalhado na seção 8.6.

### 8.4.3 Instrumentos complementares para a gestão dos recursos hídricos

Face aos desafios futuros da gestão dos recursos hídricos, recomenda-

se agregar aos instrumentos já existentes na legislação novas normativas e ações que possam oferecer soluções ou minimizar possíveis perdas associadas às novas condições, inclusive aquelas ainda não completamente previstas. A seguir, alguns exemplos de novos instrumentos passíveis de serem adotados:

Implementar Sistemas de Suporte à Decisão (SSD): a necessidade crescente de gerenciar um volume cada vez maior de informações para a gestão dos recursos hídricos demanda a utilização de ferramentas analíticas capazes de quantificar relações de causa e efeito para orientar o processo decisório. Os SSD constituem ferramentas ideais para executar tais funções em razão de atributos como flexibilidade e facilidade de comunicação com usuários e decisores.

Estimular e regulamentar a implementação de sistema de securitização relativa a eventos hidrológicos extremos para cada um dos diferentes setores e tipos de usuário.

Definir e pactuar mecanismos de compensações entre setores usuários para cada tipo de situação em que haja restrição de certos usos para a garantia de outros.

Considerar a adoção de outros instrumentos econômicos, permanentes ou temporários, voltados à promoção do uso sustentável da água, tais como subsídios, impostos e taxas, inclusive para o lançamento de efluentes.

Aumentar o alcance de instrumentos fiscais disponíveis no sentido de viabilizar os propósitos do plano de recursos hídricos.

Apoiar programas do tipo pagamento por serviços ambientais, em que os usuários de água beneficiados recompensem financeiramente empreendimentos que melhorem a quantidade ou a qualidade da água.

Considerar o instrumento de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) para recuperação e conservação das bacias hidrográficas

Outras medidas de gestão deverão ser adotadas, tais como: organização de usuários, definição de regras para o racionamento de água, acompanhamento de usuários racionados, e constituição de fundos financeiros para a mitigação de danos.

## 8.5 Gestão de conflitos

O crescimento da demanda por parte dos diversos setores usuários, somado ao possível aumento de situações de escassez hídrica, pode gerar ou agravar conflitos relativos ao uso da água. Para facilitar a gestão desses potenciais conflitos, é preciso que o sistema de gerenciamento possa atuar com orientações claras e mecanismos de compensação para os setores que serão obrigados a reduzir o seu uso de água.

As ações de adaptação contidas nos Planos de Recursos Hídricos ou em outros instrumentos e programas devem ser vistas como compromissos a serem cumpridos no horizonte de tempo previsto. Portanto, os objetivos e as metas deverão ser pactuados com as instâncias representativas instituídas no SINGREH e com os responsáveis pela execução dos programas e ações necessários, para garantir que serão efetivamente implementados com a articulação adequada.

Para isso é essencial que se utilize de mecanismos de negociação que sejam capazes de identificar os conflitos, potenciais ou deflagrados,

decorrentes dos efeitos de mudanças climáticas. É desejável que as entidades atuantes na bacia disponham de negociadores experientes, com capacidade para articular acordos entre as partes interessadas. Destaca-se o papel primordial dos órgãos gestores de recursos hídricos, que precisam estar preparados para a gestão de conflitos na alocação da água mais escassa.

Grupos de gestão de conflito, compostos, entre outros, por órgãos gestores e de representação, devem ser incorporados à gestão dos recursos hídricos nos locais e pelo tempo necessários. Os planos de recursos hídricos e outros instrumentos de gestão devem considerar procedimentos, critérios, instâncias e prioridades voltados à gestão de conflitos.

A gestão do risco tem um importante papel na redução da ocorrência de conflitos e na preparação para seu enfrentamento. Nesse sentido, é preciso buscar reduzir conjuntamente todos os fatores que contribuem para elevar o risco, o que pode ser alcançado por meio de planejamento, preparação e resposta. Na prática significa comunicar sobre o risco e aprofundar estudos e simulações para definir metodologias/parâmetros para alcançar um correto compartilhamento do risco entre diversos setores usuários. Acredita-se que uma boa pactuação da transferência de risco pode minimizar potenciais situações de conflito.

Por fim, deve-se garantir canais de comunicação entre os diversos setores usuários e os administradores da água para prevenir e gerenciar potenciais conflitos.

## 8.6 Ciência, Tecnologia e Inovação

Evidenciam-se uma série de fragilidades no conhecimento disponível, as quais dificultam e muitas vezes inviabilizam a implementação de ações concretas frente às vulnerabilidades e potenciais impactos do setor de recursos hídricos associados à mudança do clima.

Pode-se citar alguns entraves percebidos, sendo eles: pesquisas na área de clima e recursos hídricos são insuficientes; a disponibilidade de informações hidrometeorológicas gerais é adequada, porém, insuficiente para pequenas bacias; a disponibilidade de informações hidrometeorológicas e de projeções climáticas com recorte por biomas é deficiente; e o acesso e consistência de dados nem sempre ocorrem com a urgência necessária. Visando minimizar as fragilidades identificadas, recomenda-se:

Desenvolver, prioritariamente, as seguintes linhas de pesquisa: processos climáticos e hidrológicos, prognóstico de variáveis hidroclimáticas, avaliação dos impactos de cenários hidroclimáticos e respectivas estratégias de adaptação e mitigação de impactos, correlação entre uso do solo e alterações no padrão de vazão dos cursos d'água e na qualidade da água.

Elaborar estudo de avaliação e modernização da base de dados física e hidrológica com vistas à melhoria da rede hidrometeorológica existente (novas tecnologias, regiões de difícil acesso, disponibilização de séries e informações, previsão sazonal e de curto prazo).

Garantir que os produtos oriundos do monitoramento e da pesquisa científica sejam adequados à aplicação na área de recursos hídricos, especialmente em termos de (1) resoluções temporal e espacial, (2) tempo de atualização das informações, (3) padronização dos dados e da operação da rede.

Promover transferência de tecnologia e capacitação de acordo com os princípios de "Capacity Building" estabelecidos pela UNFCCC.

Garantir o monitoramento sistemático de variáveis hidrológicas chave que permitam caracterizar os riscos e as incertezas envolvidas no processo, em três tipos de redes: (1) de observação sistemática; (2) de bacias de referência; (3) de alerta.

## 8.7 Comunicação

Os impactos esperados da mudança do clima sobre os recursos hídricos suscitam dúvidas a tomadores de decisão, usuários e sociedade em função de diversos fatores, tais como a falta de consenso entre os melhores modelos

a serem utilizados, as incertezas nas projeções dos impactos, especialmente em escalas regional e local, e também as incompatibilidades entre as escalas em que são feitos os estudos climáticos e a escala adequada para o planejamento e gestão dos recursos hídricos. Um bom



processo de comunicação voltado ao tema deve uniformizar a compreensão dos fenômenos e dos riscos envolvidos e divulgar, de maneira compreensível aos

atores envolvidos, a melhor informação disponível e os caminhos para o enfrenamento dos impactos esperados. Dessa forma recomenda-se:

### **Comunicação entre cientistas e tomadores de decisão**

Existe uma desconexão entre os provedores e os usuários de informação. Assim, é preciso reforçar o consenso sobre a necessidade de associar ativamente compreensão e ação e a ligação entre ciência e política no campo dos recursos hídricos. Para tanto, os canais de comunicação para a extensão da ciência devem ser fortalecidos, disponibilizando ferramentas que permitam compartilhar resultados com a sociedade e tomadores de decisão em linguagem acessível e agregando a aplicabilidade daquele conhecimento para a solução dos problemas. Cabe ao cientista subsidiar o tomador de decisão com a melhor informação possível (componente técnica) para que este avalie conjuntamente com a componente política e tome sua decisão.

### **Compreensão e incorporação do risco**

Apesar das incertezas que carregam, as projeções da mudança do clima fornecem informações valiosas se forem comunicadas de maneira eficiente aos usuários. Os tomadores de decisão estão habituados a lidar com informações incertas ou incompletas, mas precisam compreender melhor as fontes e o grau de incerteza envolvidos. A caracterização clara dos possíveis riscos climáticos e da confiança nas suas projeções podem fornecer melhores bases para planejar e decidir sobre as medidas de adaptação necessárias. Ainda, é preciso pensar em estratégias de comunicação dos riscos aos setores usuários de água, deixando claros os possíveis impactos associados à mudança clima sobre a disponibilidade hídrica e a possibilidade de não atendimento, para que se preparem para absorver tais riscos.

### **Comunicação com a sociedade de modo mais transparente**

A comunicação adequada e oportuna é fundamental para que a sociedade se mobilize corretamente frente aos impactos associados à mudança do clima, especialmente no que diz respeito à ocorrência de eventos hidrológicos extremos. Para que a população esteja preparada, é preciso estabelecer canais de diálogos constantes entre governos e sociedade, principalmente com populações mais vulneráveis. Por meio desses canais poder-se-á conferir transparência às ações governamentais, além de tornar mais eficiente a comunicação com setor empresarial, academia e entidades que representam a sociedade civil.

Outro desafio é a criação de uma linguagem comum que possa ser adotada para evitar interpretações divergentes entre os setores usuários. Nesse sentido, uma agenda de mudança de clima exigirá a institucionalização de fóruns estruturados de trabalho, que congreguem os diferentes setores usuários e o governo.

### **8.7.1 Instituições responsáveis e horizonte de tempo**

As diretrizes expostas ao longo do presente texto apresentam elementos que permitem identificar atores institucionais potenciais para a elaboração de pertinentes planos de ação (QUADRO 14). Alguns desses

elementos são mais transversais, o que pressupõe uma articulação entre duas ou mais instituições, sendo mais complexos em termos de execução. A ANA, na condição de implementadora da Política Nacional de Recursos Hídricos, terá diferentes graus de responsabilidade sobre a totalidade das ações decorrentes,

razão pela qual não se encontra listada. Nesse sentido, indica-se, a seguir, as potenciais instituições parceiras para conduzir a aplicação desse plano ao longo dos próximos anos com a ressalva de que tal indicativa ainda carece ser pactuada entre as instituições aqui apontadas e ser detalhada em planos de ação específicos.

**Quadro 14. Potenciais instituições para elaboração de planos de ação**

INSTITUIÇÕES RESPONSÁVEIS	
Item/Diretriz	Instituições Parceiras
<b>A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS ADAPTADA À MUDANÇA DO CLIMA</b>	
Governança	SRHU, instituições estaduais e instâncias de representação do SINGREH (comitês e conselhos)
Adaptação dos instrumentos existentes	SRHU e instituições estaduais
Gestão de conflitos	SRHU, instituições estaduais e instâncias de representação do SINGREH (comitês e conselhos)
<b>CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO</b>	
Desenvolver prioritariamente linhas de pesquisa	MCTI/MEC/SRHU
Estudos de avaliação e modernização da base de dados física e hidrológica com vistas à integração da rede existente	ONS/CPRM
Promover a adequabilidade dos produtos oriundos do monitoramento e da pesquisa científica	MCTI/MEC/SRHU
Garantir o monitoramento sistemático de variáveis hidrológicas chave e desenvolvimento de indicadores-chave.	MCTI/MME/SRHU
<b>COMUNICAÇÃO</b>	
Comunicação entre cientistas e tomadores de decisão	MCTI/MEC/SRHU
Comunicação com a sociedade deve ser mais transparente	MCTI/MEC/SRHU/MI



# Estratégia de Saúde



Plano Nacional de Adaptação  
à Mudança do Clima

# 9 Estratégia de Saúde

## 9.1 Introdução

A avaliação dos efeitos da mudança do clima sobre a saúde humana é complexa e requer uma abordagem interdisciplinar para análise das relações entre os sistemas sociais, econômicos, biológicos, ecológicos e físicos (Barcellos et al., 2009). Evidências apontam que as alterações do clima, associadas aos condicionantes socioeconômicos e ambientais, influenciam no comportamento das doenças e agravos sobre a saúde, refletindo na demanda sobre os serviços de atenção, vigilância e promoção à saúde providos pelo Sistema Único de Saúde (SUS)<sup>44</sup>.

**O presente capítulo tem o objetivo de apresentar as vulnerabilidades, os impactos e os riscos da mudança do clima sobre a saúde humana, além das diretrizes e estratégias para o SUS, compatíveis com a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC).** Espera-se fomentar no âmbito do Ministério da Saúde (MS) e das demais esferas de gestão do SUS, instituições públicas, privadas e da sociedade civil organizada, atuantes no setor, a consideração da informação sobre os impactos da mudança do clima sobre a saúde na atualização e adequação

das políticas e medidas de ação, quando couber.

O resultado esperado é a adoção de medidas de adaptação para ampliar a resiliência dos serviços de saúde e reduzir os efeitos da mudança do clima na saúde da população, promovendo, assim, a agenda de adaptação à mudança do clima no setor de saúde.

A Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) do Ministério da Saúde é o ponto focal de articulação dessa agenda no âmbito do SUS e coordenou a elaboração do presente capítulo, que contou com a participação das Secretarias do Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Fundação Nacional de Saúde (Funasa), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), Instituto Evandro Chagas (IEC), e demais instituições parceiras, com o apoio da Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQ) do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

## 9.2 Institucionalidade do tema “Adaptação da Saúde à Mudança do Clima”

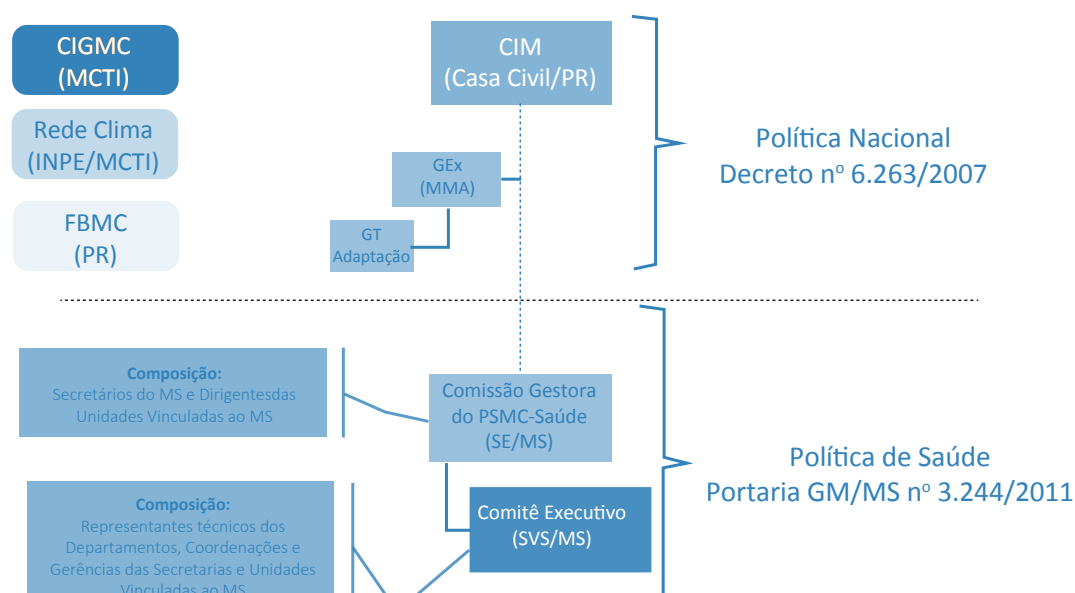
A discussão e elaboração de políticas públicas voltadas para as questões acerca da mudança de clima, incluindo ações em mitigação e adaptação, foram intensificadas na agenda governamental

44 O Sistema Único de Saúde foi criado pela Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990. Maiores informações nos sites: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/cidadao/entenda-o-sus> e <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/sus/legislacao.php>

brasileira e da saúde a partir de 2007, com a participação do Ministério da Saúde (MS) nos processos relacionados à Política Nacional sobre Mudança do Clima. No âmbito setorial, foram fomentados estudos e pesquisas que subsidiaram a Comissão Gestora e o Comitê Executivo de Clima e Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 3.244/2011<sup>45</sup>, coordenados pela Secretaria Executiva e a Secretaria de Vigilância em Saúde, na elaboração do Plano Setorial da Saúde para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima (PSMC).

A SVS/MS, por meio do Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador (DSAST), é responsável pelas ações de vigilância dos fatores determinantes e condicionantes ambientais interferentes na saúde humana, além de coordenar os processos de internalização da Política Nacional de Mudança do Clima, no Setor Saúde.

Para atuação nas situações de emergência em saúde pública associadas aos desastres, desassistência e emergência epidemiológica, foi instituída em 2011, a Força Nacional do



**Figura 14. Arranjo institucional do Ministério da Saúde para Mudança do Clima**

Fonte : CGVAM/ DSAST/SVS/MS, 2011

45 [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt3244\\_30\\_12\\_2011.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt3244_30_12_2011.html)

Sistema Único de Saúde (FN-SUS)<sup>46</sup> e estabelecidas estratégias para situações de emergência no Plano de Resposta a Emergência em Saúde Pública e nos Planos de Contingências<sup>47</sup> para tipologias específicas (inundações, seca/estiagem, doenças e agravos etc.).

Foram firmadas parcerias com a Fiocruz e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para criação do Observatório Nacional de Clima e Saúde<sup>48</sup> e do Sistema de Informações Ambientais Integrado à Saúde Ambiental (SISAM)<sup>49</sup>. Ações de apoio foram estabelecidas para a instituição do Centro de Estudos e Pesquisas em Emergências e Desastres em Saúde (CEPEDES)<sup>50</sup>, além de fomento para a realização de cursos de capacitação e especialização na área de saúde ambiental em diversas instituições como por exemplo no Instituto de Estudos e Saúde Coletiva da Universidade Federal

do Rio de Janeiro (IESC/UFRJ)<sup>51</sup>. Há ainda ações sinérgicas com o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN) e o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), voltadas para o fortalecimento da atuação do SUS frente aos cenários de desastres.

### 9.3 Mudança do Clima e Saúde: impactos, vulnerabilidades e riscos

A sensibilidade da saúde humana aos efeitos adversos da mudança do clima está associada às vulnerabilidades individual e coletiva, bem como às especificidades de cada território. Variáveis como idade, perfil de saúde e resiliência fisiológica determinam o componente individual. Já o crescimento populacional, a pobreza, a degradação ambiental, o modelo econômico, o saneamento, o grau de urbanização, dentre outros, caracterizam os componentes socioambientais que afetam a coletividade (BARCELLOS et al., 2009).

A forma como cada um dos componentes é influenciada, direta ou indiretamente, pela mudança do clima, determina o grau de vulnerabilidade da saúde como um todo. A ocorrência de eventos climáticos extremos, que ocasionam ondas de frio e de calor, além

---

46 A Força Nacional do SUS foi criada pelo Decreto nº 7.616, de 17 de novembro de 2011 e Regulamentada pela Portaria GM/MS nº 2.952, de 14 de dezembro de 2011. Maiores informações no site <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/secretarias/sas/dahu/forca-nacional-do-sus>

47 Planos de Resposta às Emergências em Saúde Pública estão disponíveis no site <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/leia-mais-o-ministerio/197-secretaria-svs/12109-planos-vigilancia-ambiental>

48 Observatório Nacional de Clima e Saúde está disponível no <http://www.climasaude.icict.fiocruz.br/>

49 O SISAM está disponível no site <http://sisam.cptec.inpe.br/msaude/informacoes.html#>

50 O CEPEDES está disponível no site <http://andromeda.ensp.fiocruz.br/desastres/>

---

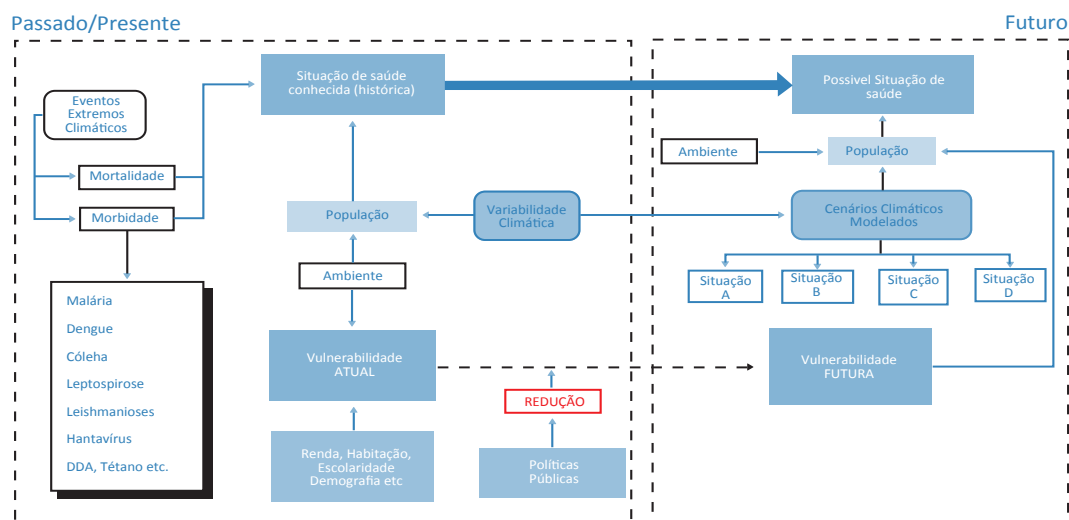
51 Os cursos relacionados a saúde ambiental do IESC/UFRJ estão disponíveis no site <http://www.labead.iesc.ufrj.br/eadportal/index.php/cursos>



de desastres naturais como inundações, enxurradas e estiagens prolongadas, desencadeiam efeitos diretos à saúde humana. Os efeitos indiretos são caracterizados pela alteração gradual e permanente no regime de chuvas, na temperatura e umidade, que ocasionam alterações nos ecossistemas e nos ciclos biogeoquímicos. Tais mudanças promovem uma maior exposição dos indivíduos e populações aos poluentes atmosféricos, à expansão das áreas de transmissão de doenças infecciosas (OPAS/MS, 2009), ao surgimento de doenças emergentes e reemergentes, a situações de indisponibilidade e redução da qualidade da água para consumo

humano, bem como ao desequilíbrio nos sistemas sociais, em consequência da quebra de safras agrícolas, perdas econômicas, comprometimento das forças de trabalho e do funcionamento do sistema de saúde (IPCC, 2014).

A identificação e o monitoramento dos riscos potenciais a serem enfrentados pelo Setor Saúde, são essenciais para a definição de ações de adaptação nos âmbitos setorial e transversal, pautadas no fortalecimento da atuação do SUS na redução do risco, no manejo de emergências e na recuperação, considerando as vulnerabilidades atual e futura.



**Figura 15. Mudança do Clima e seus impactos, riscos e vulnerabilidades na saúde humana (Fonte:Adaptado Barcellos et al., 2009)**

No contexto brasileiro, diante das condições latentes de vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais associadas à ocorrência de desastres de origem natural, poluição atmosférica, doenças infecciosas e escassez hídrica, cabe ao SUS, enquanto desafio, fortalecer

a sua atuação na prevenção, preparação e resposta frente aos impactos da mudança do clima. O quadro a seguir apresenta as vulnerabilidades e os efeitos decorrentes da exposição aos impactos da mudança do clima na saúde humana e no SUS.

**Quadro 15. Avaliação dos impactos da mudança do clima, vulnerabilidades e seus efeitos sobre a saúde humana**

Exposição	Vulnerabilidades		Efeitos	
	Condicionantes Ambientais	Condicionantes Socioeconômicos	População	SUS
Desastres de origem natural: Inundações/ Enchentes/ Secas/ Estiagens	Relevo, hidrografia, assoreamento de rios, desmatamento de áreas de encostas, ocupação irregular do solo, nível dos rios (cotas hidrológicas), cobertura vegetal e uso da terra, altitude.	Condições de habitação, sistemas de abastecimento de água, coleta de lixo, tratamento de esgoto e drenagem inadequados, ocupação de áreas de risco, densidade demográfica, populações mais vulneráveis (idosos, crianças, gestantes), população residente em áreas de risco (favelas e encostas).	<p><b>Curto Prazo:</b> Óbitos e internações relacionados a causas externas (afogamentos, soterramentos, fraturas, traumatismos etc.); Desabrigados, desalojados, deslocados.</p> <p><b>Médio Prazo:</b> Aumento de doenças transmissíveis Situações epidêmicas.</p> <p><b>Longo Prazo:</b> Problemas de saúde mental e cardiovasculares; Desnutrição e insegurança alimentar.</p>	Sobrecarga no sistema de saúde; Desestruturação da rede de atendimento; Impactos na infraestrutura (edificações, insumos, equipamentos e pessoal); Descontinuidade do atendimento de rotina do sistema de saúde.

**Quadro 15 (CONTINUAÇÃO). Avaliação dos impactos da mudança do clima, vulnerabilidades e seus efeitos sobre a saúde humana**

Exposição	Vulnerabilidades		Efeitos	
	Condicionantes Ambientais	Condicionantes Socioeconômicos	População	SUS
<b>Poluição atmosférica</b>	Relevo, hidrografia, vegetação, desmatamento, sazonalidade, ocorrência de focos de queimadas.	Composição etária da população (crianças e idosos); Queima de combustíveis; Atividade industrial Incêndios Florestais; Densidade populacional, condições de habitação e instrução.	Aumento do número de óbitos em crianças prematuras, crianças menores de 5 anos e idosos maiores de 60 anos por doenças respiratórias, e adultos maiores de 40 anos por doenças cardiovasculares (arritmias e infarto agudo no miocárdio); Neoplasias (cânceres de pulmão), Doenças dermatológicas, entre outras.	Sobrecarga do sistema de saúde; Aumento no número de óbitos internações e atendimentos ambulatoriais.
<b>Comprometimento da disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos</b>	Aumento do nível do mar, redução no fornecimento de água bruta para tratamento e disponibilização para consumo humano e ocorrência de eventos climáticos extremos (secas ou inundações)	Ausência ou deficiência de saneamento; Redução no fornecimento de água tratada para consumo humano; Deficiência na rede de distribuição para fornecimento da água tratada; Disponibilidade de fontes alternativas de distribuição; Intermitência do abastecimento de água; Interrupção total ou parcial do serviço de abastecimento de água.	Doenças de veiculação hídrica e alimentar e transmissíveis por vetores (diarreia, hepatite A e E, febre tifoide, leptospirose, dengue, febre amarela, cólera, desidratação, esquistossomose, tracoma, entre outras)	Sobrecarga do sistema de saúde por conta do aumento dos atendimentos, internações e óbitos. Colapso no funcionamento de rotina das unidades de saúde

**Quadro 15 (CONTINUAÇÃO). Avaliação dos impactos da mudança do clima, vulnerabilidades e seus efeitos sobre a saúde humana**

Exposição	Vulnerabilidades		Efeitos	
	Condiçonan-tes Ambientais	Condiçonan-tes Socioeconômicos	População	SUS
<b>Doenças infecciosas sensíveis ao clima</b>	Aumento ou diminuição da temperatura, umidade e precipitação, aumento de eventos climáticos extremos (excesso ou falta de chuvas), alterações da qualidade da água para consumo, uso e cobertura do solo, desmatamento, queimadas.	Ordenamento territorial, modelo habitacional e alteração do uso do solo; Movimentos populacionais e migrações; Proximidade dos domicílios dos locais de risco e mobilidade da população em áreas de risco; Grau de imunização; Atividades de exposição profissional (trabalhador rural e extrativista) ou de lazer (turismo rural, ecoturismo); Existência e qualidade do saneamento básico; Qualidade da água para consumo humano; Disponibilidade de recursos no domicílio para medidas de higiene; Indicadores sociais como: instrução, renda e escolaridade da população.	Incremento do número de casos e ocorrências e dos seguintes agravos de saúde: males associados a desconforto térmico, dengue, malária, febre amarela, leishmanioses, esquistossomose, tracoma, leptospirose, hepatites virais, doenças diarreicas agudas, cólera, doença de chagas, síndrome respiratória aguda grave (SRAG), síndrome gripal (influenza e outros agentes).	Sobrecarga do sistema de saúde por atendimentos, internações e óbitos. Reemergência de doenças controladas.

Fonte: Adaptado de Observatório de Clima e Saúde<sup>52</sup>

52 Observatório do Clima: <http://www.climasaude.icict.fiocruz.br/>

### 9.3.1 Desastres de origem natural e impactos na Saúde

Dados recentes apontam que no Brasil, as inundações, a seca e a estiagem foram responsáveis por mais de 90% dos desastres naturais ocorridos. Esses eventos afetam as populações de forma desigual e de maneira diferente, direta e indiretamente, com efeitos que variam de curto a longo prazo, a depender das características do evento e da vulnerabilidade socioambiental do território (ALDERMAN et al., 2012). A precariedade das condições de vida e da proteção social e a degradação ambiental, tornam determinados grupos populacionais, principalmente os mais pobres, vulneráveis aos desastres frente à ameaça de ocorrência de um evento climático extremo.

Os desastres afetam a saúde dessas populações desde o momento de sua ocorrência até meses ou anos após o decorrido, com o registro de mortes, feridos e a ocorrência de doenças infecciosas, agravamento do quadro de pacientes crônicos, transtornos psicossociais, desnutrição, acidentes com animais peçonhentos, dentre outros (OPAS/MS, 2014).

A redução dos danos de desastres sobre a saúde humana é uma das funções da saúde pública. Para tanto, o SUS tem estabelecido ações nas três esferas de gestão (federal, estadual e municipal), considerando o modelo de gestão do risco para a adaptação e resiliência

dos serviços de saúde. A definição de ações de vigilância em saúde ambiental dos riscos associados aos desastres (VIGIDESASTRES)<sup>53</sup>, a criação da Força Nacional do SUS, a instituição de comitês estaduais e municipais de saúde em desastres, são algumas das ações já implementadas e em andamento.

A adoção de ações a todos os atores que integram o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), se faz necessária para a adaptação do SUS e o fortalecimento da sua atuação de forma coordenada e sinérgica. O mapeamento de áreas vulneráveis, o monitoramento de eventos climáticos, o alerta e a gestão da comunicação do risco são essenciais para uma atuação oportuna do SUS, nas ações de Promoção, Atenção e Vigilância em saúde.

### 9.3.2 Poluentes atmosféricos e impactos na Saúde

A poluição do ar é apontada como um dos principais riscos ambientais à saúde humana, por contribuir para o aumento da incidência e o agravamento de doenças respiratórias, cardiovasculares, dermatológicas, neoplasias, dentre outras (WHO, 2015; Cançado et al., 2006).

A vulnerabilidade à ocorrência das doenças associadas à poluição atmosférica é influenciada por condicionantes ambientais, que interferem na dispersão dos poluentes; por condicionantes

53 VIGIDESASTRES - <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/vigilancia-de-a-a-z>

socioeconômicos, que contribuem para as emissões de poluentes; e, por último, por condicionantes individuais, que inferem na capacidade de resposta imunológica aos estímulos.

O processo de mudança do clima associado a um cenário de desenvolvimento econômico baseado no estabelecimento, manutenção e possível ampliação dos parques industriais e áreas urbanas, mudanças do uso e ocupação do solo e aumento do desmatamento e queimadas, pode influenciar na perda de qualidade do ar em diversas regiões do Brasil, e causar efeitos à saúde.

Nesse contexto, o Ministério da Saúde implantou o Instrumento de Identificação dos Municípios de Risco (IIMR)<sup>54</sup> para mapeamento de áreas de interesse e priorização de ações nos serviços de saúde voltados para a resolução de agravos de saúde associados à exposição à poluição atmosférica. Nos municípios de risco, foram identificadas como principais fontes de emissão de poluentes, que comprometem a qualidade do ar as indústrias de extração e transformação, a frota veicular, os focos de calor decorrentes de queimadas e desmatamento, dentre outros. Uma parte importante desses municípios está concentrada principalmente nas regiões do Arco do Fogo (Região Amazônica), onde é afetada por queimadas em períodos de estiagem, desmatamento e atividades extrativistas. Outra parte

importante desses municípios encontra-se nas regiões metropolitanas do Sul e Sudeste, onde são afetados pela maior frota veicular e pátios industriais do país.

A implantação de Unidades Sentinelas foi outro mecanismo de vigilância em saúde de Populações Expostas à Poluição Atmosférica (VIGIAR)<sup>55</sup>, adotada pelo MS, para a identificação da ocorrência de eventos de interesse para a saúde pública. Isso se dá por meio do monitoramento de doenças respiratórias, que podem ser associadas aos poluentes atmosféricos, em crianças menores de cinco anos e idosos maiores de sessenta, que são mais vulneráveis a exposição a poluição atmosférica.

Mesmo com a adoção desses instrumentos, no âmbito do SUS, é necessário ampliar a sua capacidade de detecção de mudanças no perfil do atendimento de saúde, visando à adoção de medidas oportunas em situações de adoecimento relacionadas à exposição humana a poluentes atmosféricos. Para isso, uma das ferramentas essenciais é a Análise de Situação de Saúde, que utiliza dados e informações intersetoriais. Porém, hoje, o acesso aos dados ambientais apresenta-se como um desafio nesse processo.

Assim, a definição de uma estratégia de redução do risco à saúde da população requer o estabelecimento de ações conjuntas intersetoriais para reduzir

54 Instrumento de Identificação dos Municípios de Risco (IIMR)- <http://177.153.6.85/iimr/>

55 VIGIAR - <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/vigilancia-de-a-a-z>

a exposição da população e fortalecer e ampliar a capacidade de preparação e resposta dos serviços de saúde.

### **9.3.3 Comprometimento da disponibilidade e qualidade de recursos hídricos**

As alterações dos regimes pluviométricos e o aumento de eventos climáticos extremos, quando associados à alguns condicionantes, como o saneamento inadequado, levam à redução da disponibilidade de água para consumo humano. Com isso, as populações são expostas aos riscos de desabastecimento de água, de contração de doenças por transmissão hídrica, alimentar e por vetores, de intoxicação, assim como o comprometimento da prestação de serviços de saúde.

A ocorrência de desastres naturais, a exemplo das inundações, estiagens e secas, também pode ocasionar alterações na qualidade da água para consumo humano e provocar o adoecimento das pessoas. Nessas situações, é comum observar a intermitência no abastecimento, a busca por soluções alternativas de acesso à água, bem como o armazenamento de água nos domicílios, muitas vezes de forma inadequada. Esses são fatores que podem trazer risco adicional à saúde, uma vez que amplia o potencial de contaminação da água e de transmissão de doenças. As situações de secas e estiagens ainda podem favorecer florações de cianobactérias nos mananciais, comprometendo a

disponibilização de água de qualidade para consumo humano.

Dentre as doenças infecciosas que podem ser associadas à baixa qualidade da água para consumo humano e às condições insuficientes de saneamento, as principais preocupação, no Brasil, são a dengue, zika, chikungunya, esquistossomose, leptospirose, hepatites virais, doenças diarreicas agudas (DDA), cólera, febre tifoide, tracoma e o risco de desidratação.

Além dessas doenças, também é relevante acompanhar o risco de intoxicação, uma vez que pode ocorrer a partir da exposição à água contaminada por substâncias químicas, de origem antrópica, a exemplo dos agrotóxicos, medicamentos, hormônios, produtos químicos industriais ou de uso doméstico, dentre outros. Essa intoxicação pode ocorrer ainda por exposição a substâncias naturais presentes no meio ambiente, tais como as cianobactérias e cianotoxinas.

Nesse contexto, todos esses aspectos podem influenciar a capacidade de adaptação e resiliência das populações expostas a essas situações de risco. Risco este que pode ser ampliado em um contexto de comprometimento da disponibilidade da água para consumo humano, tanto em quantidade, quanto em qualidade, como resultado dos impactos da mudança do clima.

No Brasil, considerando sua dimensão e especificidades, a garantia



do acesso à água para consumo humano em quantidade e qualidade adequadas é um desafio que, dentre outras ações, requer políticas públicas setoriais que considerem os serviços de saneamento para interromper a cadeia de contaminação, dificultar a proliferação de vetores, enquanto medida de prevenção e controle de doenças, reduzir o impacto ambiental e promover a preservação dos mananciais e lençóis freáticos. Essa relação mostra a importância da preservação de serviços ecossistêmicos para os setores diversos do Plano, inclusive o da saúde pública.

Com o intuito de reduzir os riscos à saúde, o SUS estabelece, por meio de regulamentação específica, o padrão de potabilidade da água para consumo humano em todo o território nacional (Portaria MS nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011)<sup>56</sup>, desenvolve ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano (VIGIÁGUA)<sup>57</sup> e apoio ao controle da sua qualidade em todas as formas de abastecimento de água das áreas urbanas, rurais e indígenas<sup>58</sup>, bem como ações de saneamento em áreas rurais<sup>59</sup> (MS, 2005; MS, 2013).

---

56 Portaria MS nº 2.914/2011 - [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)

57 VIGILÂNCIA - <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/vigilancia-de-a-a-z>

58 Saneamento e qualidade da água para consumo humano em áreas indígenas- <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/secretarias/secretaria-sesai/mais-sobre-sesai/9482-destaques>

59 Saneamento e de apoio ao controle da qualidade da água para consumo humano- <http://www.funasa.gov.br/site/>

Assim, o fortalecimento do processo de articulação institucional e a integração das políticas públicas setoriais (recursos hídricos, meio ambiente, saúde, saneamento, defesa civil, dentre outras) são necessários para superar esse desafios e garantir à população o acesso à água em quantidade e qualidade adequadas, considerando as vulnerabilidades atuais e ainda os potenciais impactos da mudança do clima.

## 9.4 Doenças infecciosas sensíveis ao clima

A expansão da área de incidência e a dinâmica das doenças infecciosas são influenciadas por múltiplos condicionantes: climáticos, ambientais, socioeconômicos, demográficos, biológicos (ciclo vital dos vetores de agentes infecciosos) e médico-sociais (estado imunológico da população, efetividade dos sistemas locais de saúde, e dos programas específicos de controle de doenças etc.) e pelo perfil epidemiológico histórico do lugar (BARCELLOS et al., 2009).

No Brasil, as principais doenças infecciosas e endêmicas que afetam a população e possuem estreita relação com a variabilidade climática, anteriormente citadas são: a dengue, a malária, a febre amarela, a doença de chagas, a leishmaniose visceral e tegumentar, a esquistossomose, o tracoma, a leptospirose, as hepatites virais, as doenças diarreicas agudas, a

cólera, a infecção respiratória aguda, as síndromes gripais (influenza e outros agentes), a síndrome respiratória aguda grave (SRAG), dentre outras.

Os fatores de vulnerabilidade socioeconômica que influenciam o cenário das doenças infecciosas são: o avanço da ocupação humana sobre as áreas naturais, por meio do modelo de uso da terra de forma não planejada; o comércio globalizado; a migração voluntária e forçada; o turismo; o aumento da população; o desenvolvimento e adensamento urbano desordenado; o modelo econômico; os problemas sociais e estruturais; além da ausência ou ineficiência do saneamento.

Considerando a lista das dez doenças consideradas negligenciadas da Organização Mundial da Saúde (OMS), observa-se no Brasil a prevalência de nove (LINDOSO et al., 2009). O país apresenta cerca de 40 milhões de pessoas que apresentam uma ou mais dessas doenças, o que representa a maior parte da carga de doenças negligenciadas na América Latina e no Caribe, incluindo praticamente todos os casos de tracoma e hanseníase e a maioria dos casos de ascaridíase, dengue, ancilostomíase, esquistossomose e leishmaniose visceral (HOTEZ, 2008).

As ações de promoção, vigilância e atenção à saúde como a vacinação, a fumigação, campanhas para promoção da higienização correta de alimentos, entre outras, alcançam, num primeiro momento, o agente etiológico e

interrompem a cadeia de transmissão e, num segundo momento, através do cuidado, evitando a propagação da transmissão e realizando o tratamento.

A implantação de medidas de adaptação no âmbito do SUS e nos demais setores, que influenciam nos condicionantes ambientais e socioeconômicos de saúde e interferem direta ou indiretamente na cadeia de transmissão das doenças infecciosas sensíveis ao clima, possui um importante papel para a redução dessas doenças.

## 9.5 Análise de Situação de Saúde e Indicadores

A análise de situação em saúde é um processo que permite caracterizar, medir e explicar o perfil de saúde-doença de uma população, incluindo os danos ou problemas de saúde, assim como seus determinantes, que facilitam a identificação de necessidades e prioridades em saúde, a identificação de intervenções e de programas apropriados e a avaliação de seu impacto (MS, 2015). Para conhecer esse perfil é imprescindível o estabelecimento de indicadores que reflitam as diversas variáveis envolvidas nesse processo.

Os indicadores são ferramentas que possibilitam a compreensão e o monitoramento de determinantes e condicionantes da saúde humana e subsidiam os processos de tomada de

decisão do SUS. Alguns dos indicadores utilizados pelo Ministério da Saúde, incluindo os epidemiológicos e os de saúde ambiental, são pactuados no âmbito da Rede Interagencial de Informações para a Saúde (Ripsa) que promove a organização e a manutenção de uma base de dados relativos ao estado de saúde da população (Ripsa, 2015).

O Ministério da Saúde e a Fiocruz, com o intuito de estudar e avaliar as influências da mudança do clima na saúde humana, criaram o Observatório Nacional de Clima e Saúde<sup>60</sup>, em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O observatório reúne um conjunto de dados e informações ambientais, climáticas, epidemiológicas, sociais, econômicos e de saúde de diferentes instituições, necessários para a análise da relação entre clima e saúde humana, bem como as tendências de longo prazo. Ainda nessa parceria foi criado o Sistema de Informações Ambientais Integrado à Saúde Ambiental (SISAM)<sup>61</sup>, para possibilitar o acesso e manipulação de dados e indicadores ambientais interativos e georreferenciados de diversas áreas.

Esses projetos são utilizados por gestores públicos, pesquisadores e instituições da sociedade civil organizada para subsidiar os processos de tomada de decisão e se complementam quanto ao

monitoramento da situação de saúde. Podem também subsidiar a definição ou revisão de indicadores para a mensuração dos impactos e resultados da implementação deste plano, bem como o estabelecimento de outros indicadores, quando for o caso.

A análise de situação de saúde, a redução da incerteza científica e a tomada de decisão, no que tange à mudança do clima e seus impactos na saúde humana, ainda se apresenta como um desafio no âmbito governamental. Esses processos requerem dados e informações de diversas naturezas (ambientais, climáticas, geográficas, econômicas e de saúde, dentre outros), a colaboração das instituições na disponibilização dos dados que produzem, bem como a integração e interoperabilidade dos sistemas de informação.

## 9.6 Transversalidades e Fortalecimento das Políticas Públicas

Na Rio+20, foi reconhecido que a “saúde é uma condição prévia, um resultado e um indicador das três dimensões do desenvolvimento sustentável: ambiental, econômica e social” e que “*as medidas sobre os determinantes sociais e ambientais da saúde, tanto para os pobres e vulneráveis como para toda a população, são importantes para criar sociedades inclusivas, equitativas, economicamente produtivas e saudáveis*” (ONU, 2012).

60 Observatório Nacional de Clima e Saúde está disponível no <http://www.climasaude.icict.fiocruz.br/>

61 O SISAM está disponível no site <http://sisam.cptec.inpe.br/msaude/informacoes.html#>

Essa perspectiva ilustra a transversalidade da saúde e ressalta a importância de que a proposição de políticas para adaptação à mudança do clima, no âmbito do SUS e dos demais setores do governo, instituições privadas e da sociedade civil organizada, precisam estar integradas, para que o fortalecimento da capacidade adaptativa e a construção da resiliência social e ambiental sejam alcançadas.

O delineamento de medidas adaptativas para a saúde requer uma visão multidisciplinar que considere as vulnerabilidades oriundas dos

diferentes setores socioeconômicos e as peculiaridades de cada uma das regiões do Brasil em relação ao clima, geografia, vegetação, modelos econômicos, culturais e sociais, perfil epidemiológico, dentre outros condicionantes que podem ocasionar a exposição humana a determinadas situações nocivas à saúde.

A Figura 16 aponta a relação entre as ações setoriais para a redução das vulnerabilidades socioambientais, demonstrando a necessidade de uma abordagem transversal para o aprimoramento das políticas públicas.

Forças motrizes, Pressões e Situações: geradores de vulnerabilidades socioambientais	Ações de Redução de Vulnerabilidades socioambientais							
	Estatuto das Cidades	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil	Política Nacional de Resíduos Sólidos	Política Nacional de Saneamento Básico	Política Nacional de Recursos Hídricos	Política Nacional de proteção da Saúde	Política Nacional de Meio Ambiente	Política Nacional de Assistência Social
Pobreza extrema			●			●		●
Adensamento populacional	●	●						
Déficit habitacional								
Infraestrutura urbana inadequada		●	●	●	●		●	
Degradação ambiental de áreas frágeis		●	●	●	●		●	

**Figura 16. Ações do governo para redução de vulnerabilidades socioambientais geradas pelas forças motrizes, pressões e situações do desenvolvimento aplicado no território (Adaptado de OPAS/ Ministério da Saúde, 2014)**

Assim, para a promoção da resiliência da população frente a mudança do clima é fundamental o envolvimento

de todos os setores e esferas de gestão do governo e a adoção da transversalidade enquanto instrumento de gestão.

Isto é necessário para a definição e implementação de políticas públicas para redução das vulnerabilidades da população.

### 9.7 Diretrizes e Estratégias do SUS

Diante dos impactos decorrentes da mudança do clima e seus efeitos na saúde humana, foram estabelecidas as Diretrizes e Estratégias do SUS para orientar a definição de políticas públicas de saúde compatíveis a Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187/2009) e a adoção de medidas de adaptação para o fortalecimento da sua atuação, com vistas a reduzir esses efeitos na população.

Neste documento, entende-se por diretrizes os ideais de realização que ultrapassam o período do plano e que orientam as escolhas estratégicas e prioritárias, em função das características epidemiológicas e da organização dos serviços.

Foram observados os estudos e pesquisas realizados sobre os impactos da mudança do clima na saúde humana, as estratégias de atuação apontadas pela

OMS e a Organização Pan Americana de Saúde (OPAS) e o Mercosul, bem como as 4 dimensões, a saber: evidências e gestão da informação, consciência e educação, alianças e, adaptação (OPAS, 2014; OPAS, 2011).

Considerando o modelo de gestão do SUS, as diretrizes e estratégias apresentadas neste documento subsidiarão os órgãos e unidades vinculados ao Ministério da Saúde na definição de seus objetivos, metas e ações, considerando a lente climática em seus processos de trabalho. A proposta de internalização dessas diretrizes e estratégias nos âmbitos estadual e municipal do SUS, considerando as peculiaridades de cada território, também serão apresentadas aos Conselhos de Saúde.

O Plano Setorial da Saúde para Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima (PSMC-Saúde), referente ao período de 2016 – 2019, será o instrumento de planejamento que refletirá as medidas de mitigação e de adaptação estabelecidas na esfera federal de gestão do SUS frente a mudança do clima.

## Quadro 16. Diretrizes para incorporação da Adaptação à Mudança do Clima nas políticas do SUS

EIXO	DIRETRIZES	ESTRATÉGIAS
<p>Trata da ampliação do conhecimento científico e técnico, bem como da produção e disponibilidade de dados e informações oficiais para subsidiar a investigação sobre as relações entre saúde e clima, a carga de doenças atribuíveis às alterações climáticas, e os custos econômicos e benefícios da adaptação às alterações climáticas e medidas de mitigação para reduzir os riscos da mudança do clima na saúde no Brasil</p>	<p><b>DIRETRIZ 1</b> - Melhoria da qualidade das informações e dos processos de comunicação do risco, para subsidiar a atuação do SUS nas emergências em saúde pública associadas à mudança do clima.</p> <p><b>DIRETRIZ 2</b>- Promoção e fomento a estudos e pesquisas sobre os efeitos da mudança do clima na saúde humana, considerando os saberes populares e tradicionais, as características regionais e os ecossistemas na construção do conhecimento.</p>	<p>Associar as notificações de agravo e doenças, e os registros de interações aos eventos desencadeadores da ocorrência como a exposição aos desastres naturais, a localidades com concentração de poluentes atmosféricos e também ao acesso à água sem qualidade para consumo humano;</p> <p>Melhorar o registro de óbitos quanto à classificação dos eventos relacionados aos desastres, poluição atmosférica e ondas de frio e de calor que ocasionaram ou influenciaram a morte do indivíduo;</p> <p>Estruturar um sistema de comunicação e alerta de desastres no âmbito do SUS, integrado à Defesa Civil;</p> <p>Desenvolver e implantar a Gestão da Comunicação do Risco, envolvendo todos os setores e esferas de gestão do SUS;</p> <p>Ampliar e fomentar o uso de sistemas de informação geográfica e modelagem para a compreensão da dinâmica das doenças e sua prevenção no território;</p> <p>Estabelecer indicadores e sistemas de monitoramento que permitam acompanhar os impactos da mudança do clima sobre a saúde e os resultados esperados apontados no presente plano.</p> <p>Realizar estudos que estabeleçam o custo/benefício das ações de adaptação e de mitigação no setor saúde;</p> <p>Incentivar e identificar lideranças nacionais de pesquisas em clima e saúde;</p> <p>Incentivar a criação de centros de pesquisa em clima e saúde nas instituições de pesquisa e universidades;</p> <p>Fomentar pesquisas sobre a carga de doenças sensíveis ao clima no Brasil para atribuir a influência do clima e também das vulnerabilidades sociais, econômicas e ambientais na ocorrência da doença ou agravo;</p> <p>Fomentar estudos e pesquisas para identificação das áreas de risco para a saúde humana e as populações vulneráveis no contexto dos impactos à mudança do clima no Brasil;</p> <p>Criar um fundo estável de recursos para fomento público e incentivo à ciência, tecnologia e inovação em saúde (CT – Saúde).</p>

## Quadro 16 (CONTINUAÇÃO). Diretrizes para incorporação da Adaptação à Mudança do Clima nas políticas do SUS

EIXO	DIRETRIZES	ESTRATÉGIAS
<p>“Consciência e Educação”</p> <p>Compreende promover a sensibilização das pessoas quanto aos riscos da mudança do clima na saúde humana, por meio de campanhas, eventos, cursos, capacitações, treinamento, publicações, orientações políticas, dentre outras ações sobre a temática para incentivar a mudança de comportamento e conseguir o apoio da população e das autoridades no desenvolvimento de estratégias que reduzam as vulnerabilidades e protejam a saúde, tornando a população mais resiliente frente aos cenários de mudança do clima.</p>	<p><b>DIRETRIZ 3</b> – Promoção das ações de orientação, sensibilização e qualificação da população e dos profissionais do SUS sobre os efeitos da mudança do clima na saúde humana e importância do desenvolvimento sustentável, enquanto agente motivador de mudanças, incentivando a participação de comunidades nos processos de definição de políticas de mitigação e de adaptação.</p>	<p>Inserir nos programas de especialização, capacitação e treinamento, direcionados aos profissionais do SUS, o tema mudança do clima e saúde humana no contexto do objetivo do programa.</p> <p>Desenvolver um programa de qualificação dos profissionais do SUS quanto aos impactos da mudança do clima e seus efeitos na saúde, com a abordagem do desenvolvimento sustentável;</p> <p>Subsidiar ações no âmbito do programa Cidades Saudáveis;</p> <p>Fomentar medidas e ações de educação e sensibilização junto aos profissionais do SUS e de instituições parceiras da sociedade civil organizada quanto ao tema da mudança do clima e seus efeitos na saúde humana que favoreçam a mudança de percepção do risco;</p> <p>Desenvolver programas de treinamento específico para os profissionais do SUS atuarem em situação de desastres;</p> <p>Fortalecer as ações de envolvimento comunitário na definição de políticas públicas de saúde prioritárias, conforme preconiza a Lei nº 8.142/90.</p>
<p>“Alianças”</p> <p>Consiste no fortalecimento de articulações e parcerias intersetoriais e interinstitucionais para estimular o conhecimento e promover a resiliência da população por meio da disponibilização de dados e informações, da transferência de tecnologias e do desenvolvimento de ações que promovam a adaptação e a mitigação.</p>	<p><b>DIRETRIZ 4</b> – Fortalecimento da articulação intersetorial e interinstitucional, visando à definição e efetividade das ações transversais, por meio da disponibilização de dados e informações para produção do conhecimento, transferência de tecnologias e do desenvolvimento de ações que promovam a adaptação e a mitigação do setor saúde.</p>	<p>Estabelecer instrumentos de pactuação que promovam a acessibilidade aos dados e informações ambientais e socioeconômicos;</p> <p>Estabelecer metodologias e técnicas para a análise da situação de saúde da população quanto aos riscos associados às mudanças do clima atual e construção de projeções e cenários futuros;</p> <p>Promover a transferência de tecnologias e práticas no setor de saúde que viabilizem a adoção de medidas de adaptação e de mitigação efetivas no setor saúde;</p> <p>Fortalecer os espaços de articulação interinstitucional, intra e intersetorial, visando ao contínuo aprimoramento dos instrumentos técnicos e de gestão e à efetividade das ações transversais relacionadas aos impactos da mudança do clima e seus efeitos na saúde.</p>



## Quadro 16 (CONTINUAÇÃO). Diretrizes para incorporação da Adaptação à Mudança do Clima nas políticas do SUS

EIXO	DIRETRIZES	ESTRATÉGIAS
<p>“Adaptação”</p> <p>Abrange as medidas de adaptação necessárias para fortalecer a capacidade de prevenção, preparação e resposta do setor saúde, para minimizar as vulnerabilidades da população frente aos impactos da mudança do clima, contribuindo para a resiliência do sistema de saúde e da população.</p>	<p>DIRETRIZ 5 – Fomento e promoção de estabelecimentos de saúde sustentáveis, resilientes e seguros no âmbito do SUS e da Saúde Suplementar para a continuidade dos serviços de saúde nos cenários de desastres, insegurança hídrica e energética, bem como a promoção dos princípios do desenvolvimento sustentável nos diversos segmentos do setor saúde, e contribuir para a redução da emissão de gases de efeito estufa (GEE).</p>	<p>Ampliação e implementação da geração de energias limpas renováveis para ampliar a eficiência energética nos estabelecimentos de saúde do SUS e da Saúde Suplementar;</p> <p>Redução do consumo de água e garantia do fornecimento de água potável nos estabelecimentos de saúde;</p> <p>Substituição de substâncias químicas perigosas utilizadas nos estabelecimentos de saúde por alternativas menos poluentes e seguras;</p> <p>Redução, tratamento e disposição de forma segura dos resíduos dos serviços de saúde;</p> <p>Redução do uso de substâncias à base de petróleo e outras substâncias poluentes nos processos de produção de cosméticos, produtos para saúde, saneantes, domissanitários e medicamentos;</p> <p>Redução do descarte inadequado de produtos farmacêuticos e da poluição ocasionada;</p> <p>Implantação dos princípios e modelo do Programa de Contratações Públicas Sustentáveis nos processos de compra de produtos, materiais, bens móveis e imóveis e inovações sustentáveis no âmbito do SUS e da Saúde Suplementar;</p> <p>Melhoria das estratégias de transporte para pacientes e funcionários que viabilizem a redução de GEE;</p> <p>Compra e oferta de alimentos saudáveis e cultivados de forma sustentável na rede de saúde;</p> <p>Construir um inventário sobre as emissões de GEE na área da saúde (frota de veículos, complexo industrial, descarte e tratamento de resíduos dos serviços de saúde);</p> <p>Estabelecer um regulamento técnico que aborde o planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde, contemplando: 1) as recomendações e conceitos da Organização Pan Americana de Saúde para a construção de hospitais e unidades de saúde seguras aos desastres, com vistas a garantir o seu funcionamento em emergência de saúde pública decorrentes dos desastres e 2) uso de fontes de energia renovável e redução do consumo de água.</p>

### Quadro 16 (CONTINUAÇÃO). Diretrizes para incorporação da Adaptação à Mudança do Clima nas políticas do SUS

EIXO	DIRETRIZES	ESTRATÉGIAS
<p>Abrange as medidas de adaptação necessárias para fortalecer a capacidade de prevenção, preparação e resposta do Setor Saúde, para minimizar as vulnerabilidades da população frente aos impactos da mudança do clima, contribuindo para a resiliência do sistema de saúde e da população.</p> <p>“Adaptação”</p>	<p>DIRETRIZ 6 – Formulação de políticas específicas que aumentem a resiliência dos grupos sociais de maior vulnerabilidade à mudança do clima junto às populações do campo, das águas, da floresta, aos indígenas e às populações de rua.</p>	<p>Estabelecer mecanismos de informação direcionados às populações vulneráveis, que incentivem a adoção de práticas de baixo impacto ambiental e seus benefícios para a saúde humana, em parceria com os órgãos de meio ambiente, agricultura e desenvolvimento agrícola, entre outros;</p> <p>Estabelecer metodologia de produção de informações pelas próprias comunidades vulneráveis aos impactos da mudança do clima na saúde humana;</p> <p>Adoção de tecnologias sustentáveis que viabilizem a implantação de estabelecimentos de saúde em áreas indígenas, quilombos e distantes, a exemplo das fontes de energia renovável, como a solar e tecnologias modernas e alternativas no tratamento de resíduos dos serviços de saúde;</p> <p>Realizar ações de vigilância em saúde que possibilitem a construção do conhecimento do perfil epidemiológico das populações do campo, das águas, da floresta, bem como dos indígenas, quilombolas e populações de rua para a adoção de medidas de adaptação à mudança do clima direcionada a esse público.</p>
	<p>DIRETRIZ 7 – Fortalecimento da implantação das políticas nacionais de saneamento e de saúde, visando à universalização do acesso à água potável e ao saneamento.</p>	<p>Ampliar e fortalecer a Rede de Laboratórios para o monitoramento, acompanhamento e difusão da informação da qualidade da água para consumo humano e do solo;</p> <p>Aprimorar os instrumentos de diagnóstico, avaliação e gerenciamento de riscos da disponibilidade, acesso e qualidade da água para consumo humano, considerando os cenários de vulnerabilidades das áreas urbanas, rurais e as vulnerabilidades específicas dos estados e regiões, no contexto da mudança do clima;</p> <p>Fomento para o incentivo à adoção de novas tecnologias para tratamento da água no atendimento às demandas relacionadas às situações de emergência em saúde pública, decorrentes dos efeitos causados pela mudança do clima.</p>

## Quadro 16 (CONTINUAÇÃO). Diretrizes para incorporação da Adaptação à Mudança do Clima nas políticas do SUS

EIXO	DIRETRIZES	ESTRATÉGIAS
<p>“Adaptação”</p> <p>Abrange as medidas de adaptação necessárias para fortalecer a capacidade de prevenção, preparação e resposta do Setor Saúde, para minimizar as vulnerabilidades da população frente aos impactos da mudança do clima, contribuindo para a resiliência do sistema de saúde e da população.</p>	<p>DIRETRIZ 8 – Fortalecimento da Vigilância em Saúde para a identificação dos riscos à saúde humana associados à mudança do clima, com vistas a subsidiar a adoção de medidas de adaptação no âmbito do SUS.</p>	<p>Inserir o tema mudança do clima e saúde humana nos Comitês Permanentes de Vigilância em Saúde, de caráter interdisciplinar e intersectorial, com a participação da sociedade, no âmbito das regiões de saúde (Decreto nº 7.508/2011) para subsidiar as ações de prevenção, preparação e resposta das redes de atenção à saúde;</p> <p>Incentivar a elaboração e a implantação de Planos de Emergência em Saúde Pública nas esferas estadual e municipal do SUS, com a participação de todos os setores do SUS e instituições parceiras;</p> <p>Ampliar a Rede de Laboratórios de Referência para a realização, monitoramento e acompanhamento do solo, de vetores e de análise clínica das doenças infecciosas e não transmissíveis;</p> <p>Estabelecer mecanismos e ferramentas para detecção de populações e identificação de estabelecimentos de saúde localizados em áreas de risco de desastres naturais em parceria com defesa civil e órgãos produtores de dados;</p> <p>Identificar o agente etiológico em casos associados às emergências em saúde pública;</p> <p>Implantar a análise do risco climático e ambiental nas atividades de vigilância em saúde.</p>

## 9.8 Objetivos Específicos, Metas Prioritárias e Recomendações Gerais

No volume 1 do PNA foram identificadas algumas metas prioritárias pactuadas entre os diversos setores contemplados neste plano. Elas representam ações cuja implementação

teria efeitos de escala, e se baseiam no planejamento e as capacidades institucionais dos diversos setores. Na estratégia de saúde, duas ações foram selecionadas como prioritárias e deverão ser implementadas ao longo da vigência do presente plano:

Objetivo 3. Identificar e propor medidas para promover a adaptação e a redução do risco climático	Estratégia Setorial e Temática: Saúde		
	Meta 3.11	Iniciativas	Responsável
Ampliar para 85% o percentual de municípios brasileiros com o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua) até 2019.	Aperfeiçoar o Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua), incorporando novas funcionalidades e relatórios para gestão de riscos à saúde;		MS (SVS)
	Ampliar e estruturar a rede de laboratórios para monitoramento, acompanhamento e difusão da informação da qualidade da água para consumo humano;		
	Registrar informações no Sisagua sobre: cadastro, controle e vigilância da qualidade da água de consumo humano;		
	Elaborar mapas de risco sobre o abastecimento de água para consumo humano, com base nas informações geradas pelo Sisagua.		
Indicador/ Monitoramento:	Percentual de municípios com informações no “Sisagua” sobre cadastro, controle e vigilância da qualidade da água de consumo humano.		
Impactos:	Fortalecimento da atuação da vigilância da qualidade da água para consumo humano;		
	Melhoria das informações sobre o abastecimento de água para consumo humano;		
	Redução dos riscos à saúde humana relacionados ao abastecimento de água para consumo humano;		
	Apoio no atendimento das metas do desenvolvimento sustentável, relativas ao acesso à água com qualidade compatível às normas vigentes.		

Estratégia Setorial e Temática: Saúde			
Objetivo 3. Identificar e propor medidas para promover a adaptação e a redução do risco climático	Meta 3.12	Iniciativas	Responsável
	Rede de estudo, pesquisa, monitoramento e comunicação sobre clima e saúde para ampliação do conhecimento técnico-científico, e subsídio à análise de situação de saúde e à tomada de decisão consolidada no SUS (*).	Integrar a análise do risco climático, ambiental e socioeconômico com os processos de monitoramento das emergências em saúde pública no SUS;	MS (SVS/ FIOCRUZ)
		Estruturar centros de estudos e pesquisas sobre clima e saúde no âmbito do SUS;	
		Criar um painel de informações estratégicas de clima e saúde para apoio à gestão estratégica no SUS;	
		Criar Centro de Integração de Tecnologias em Saúde, Ambiente e Sustentabilidade (CITSAS) integrado com o Observatório Nacional de Clima e Saúde e o Centro de Conhecimento em Saúde Pública e Desastres (CEPEDES).	
Indicador/ Monitoramento:	Rede criada e consolidada;		
	Acordo de cooperação elaborado e implementado;		
	Projeto da Rede elaborado;		
	Projeto do CITSAS elaborado;		
	Protocolo de monitoramento de emergência em saúde pública integrado com análises de risco climático, ambiental e socioeconômico elaborado;		
	Painel de informações estratégicas sobre clima e saúde criado;		
	Centro de Integração de Tecnologias em Saúde, Ambiente e Sustentabilidade criado.		
Impacto:	Melhoria da qualidade da informação, da capacidade de gestão e da comunicação da informação do risco climático para a saúde humana;		
	Incentivo à produção do conhecimento científico e técnico sobre a relação entre clima e saúde e às doenças sensíveis ao clima para subsidiar o processo decisório na definição de medidas adaptativas no âmbito do SUS.		

OBS: (\*) A execução da Meta 2 está conexas à disponibilização dos dados ambientais necessários para a análise da situação de saúde, considerando as variáveis ambientais, climáticas e socioeconômicas.

<p><b>Coordenação:</b> <i>Comissão Gestora e do Comitê Executivo do PSMC-Saúde</i></p>	<p><b>José Agenor Alvares da Silva</b> Secretário Executivo (MS)</p> <p><b>Antônio Carlos Nardi</b> Secretário de Vigilância em Saúde (MS)</p> <p><b>Gilberto Alfredo Pucca Júnior</b> Diretor da Secretaria de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador (MS)</p> <p><b>Daniela Buosi Rohlfs</b> Coordenadora Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (MS)</p>	
<p><b>Coordenação:</b> <b>Ministério do Meio Ambiente</b></p>	<p><b>Karen Silverwood</b> Diretora do Departamento de Licenciamento e Avaliação Ambiental da Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQ)</p> <p><b>Pedro Christ</b> Diretor Substituto de Licenciamento e Avaliação Ambiental da Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQ)</p>	
<p><b>Autores:</b></p>	<p>Liliam Angelica Peixoto Colombo (MS)</p> <p>Eliane Lima e Silva (MS)</p> <p>Ana Carolina Câmara Ferreira (GIZ/MMA)</p> <p>Mariana Egler (MMA)</p>	
<p><b>Colaboradores:</b></p>	<p>Alana Coêlho Maciel (SVS/MS)</p> <p>Alexandra Lima da Costa (DESAM/Funasa)</p> <p>Aline Fonseca Rosa (SESAI/MS)</p> <p>Ana Cristina Barreto Peixoto Sampaio (SVS/MS)</p> <p>Andre Oliveira Rezende de Souza (ANVISA)</p> <p>Angela M. Imagosso Takayanagui (USP)</p> <p>Camila Vicente Bonfim (SVS/MS)</p> <p>Carla Ribeiro (SVS/MS)</p> <p>Carlos Machado de Freitas (ENSP/Fiocruz)</p> <p>Cassiana Perinazsso da Veiga (SVS/MS)</p> <p>Christovam Barcellos Netto (Fiocruz)</p> <p>Cristiane Reis Soares Medeiros (SAS/MS)</p> <p>Daniela Fortunato Rego (SVS/MS)</p> <p>Diego Ricardo Xavier Silva (Fiocruz)</p> <p>Fabio David Reis (SVS/MS)</p> <p>Fabio Gaiger Silveira (SVS/MS)</p> <p>Felipe Nunes Bonifácio (SCTIE/MS)</p> <p>Fernanda Barbosa de Queiroz (SVS/MS)</p> <p>Gabriela Freire Martins (SESAI/MS)</p> <p>Gisele Balbino Araújo Rodrigues de Sá (SVS/MS)</p> <p>Guilherme Franco Netto (Fiocruz)</p> <p>Helen Gurgel (UNB)</p> <p>Heloisa Helena C. Bastos (SVS/MS)</p>	<p>Irânia Maria da Silva Ferreira Marques (SE/MS)</p> <p>Jaqueline Francischetti Zago (SVS/MS)</p> <p>Jamyle Calencio Grigoletto (SVS/MS)</p> <p>José Braz Damas Padilha (SVS/MS)</p> <p>José Gustavo Férez (IPEA)</p> <p>Julia de Albuquerque Pacheco (SAS/MS)</p> <p>Juliana Wotzasek Rulli Villardi (Fiocruz)</p> <p>Maria Emília Aracema (SESAI/MS)</p> <p>Olavo de Moura Fontoura (SAS/MS)</p> <p>Oswaldo Telmo Melgares Lobo (DESAM/FUNASA)</p> <p>Pollyanna Teresa Cirilo Gomes (SCTIE/MS)</p> <p>Priscila Campos Bueno (SVS/MS)</p> <p>Raquel de Almeida Castanheira (SAS/MS)</p> <p>Rejane Maria de Souza Alves (SVS/MS)</p> <p>Simone G. El Khouri Miraglia (UNIFESP)</p> <p>Tatsuo Shubo (Fiocruz)</p> <p>Tiago de Brito Magalhães (SVS/MS)</p> <p>Thiago Borges Lied (SGEP/MS)</p> <p>Vital de Oliveira Ribeiro Filho (SES/SP)</p> <p>Vinícius Pereira Moura (SGEP/MS)</p> <p>Zaira Farias Bosco (SGTES/MS)</p> <p>Walter Ramalho (UNB)</p>





## Estratégia de Segurança Alimentar e Nutricional



Plano Nacional de Adaptação  
à Mudança do Clima



# Estratégia de Segurança Alimentar e Nutricional

## 10.1 Introdução

**Esta estratégia tem como objetivo avaliar vulnerabilidades, impactos e riscos da mudança do clima sobre a segurança alimentar e nutricional brasileira, e identificar diretrizes e práticas que contribuam para a redução dessas vulnerabilidades.** Neste sentido, foi proposto o aprofundamento de seis grupos de ações presentes na Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, adiante detalhadas como diretrizes, que contribuem para a criação de capacidade adaptativa para o setor.

O Quinto Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, AR5) é enfático ao concluir que o aquecimento global sem precedentes é um fato e as emissões de gases causadores do efeito que estufa (GEE) são a sua principal causa. Conforme mencionado no item 2.1 deste PNA, a mudança esperada da temperatura da superfície global para o final do século 21 poderá ser superior a 1,5°C em relação ao período de 1850 a 1900, e o aquecimento deve continuar para além do ano de 2100 para todos os cenários, exceto para o RCP 2.6. Diante desse contexto, as consequências do aquecimento global para o planeta podem ser enormes, trazendo impactos para a segurança alimentar e nutricional do Brasil. O setor

agrícola é um dos setores econômicos mais sensíveis à mudança do clima, pois depende diretamente das condições climáticas, sendo que a ausência de medidas adaptativas, pode prejudicar a produção de alimentos e a geração de trabalho e renda no meio rural, com consequências para a promoção da segurança alimentar e nutricional. No Brasil, 17% da população está empregada em atividades agrícolas, mas em regiões como o Nordeste ou Norte essa proporção é de, 29,6% e 20,2% respectivamente (NEAD/MDA, 2011).

Para estancar este processo é preciso reduzir as emissões de GEE em escala global. Todavia, os impactos da mudança do clima já são sentidos em todas as partes do mundo e no país, e requerem medidas de adaptação para a redução do risco a promoção de segurança alimentar e nutricional do Brasil.

A Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional (CAISAN), no âmbito da elaboração do Plano Nacional de Adaptação (PNA), assumiu a coordenação desta estratégia setorial e será responsável por sua implementação. Para tal, a CAISAN criou um Comitê Técnico de Segurança Alimentar e Nutricional e Mudanças

Climáticas e contou, nesse processo, com a participação das seguintes instituições: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome; Ministério do Meio Ambiente; Ministério do Desenvolvimento Agrário; FUNAI; Secretaria-Geral da Presidência da República; Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA); e Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Dessa forma, o capítulo foi construído de forma coletiva e colaborativa.

A participação do CONSEA garante canal de diálogo com a sociedade civil para discussão do tema da promoção de segurança alimentar e nutricional no contexto da mudança do clima, tanto na fase de elaboração como de implementação desta estratégia, visando o contágio de medidas e ações de adaptação junto às políticas públicas de desenvolvimento do país.

Em resumo, o mecanismo e o arranjo institucional criados para a elaboração deste capítulo valorizou a participação social, a intersetorialidade e a articulação institucional inter e intra governo e com a sociedade, que são elementos norteadores da política de segurança alimentar e nutricional brasileira.

## **10.2 O Sistema e a Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional e sua relação com a adaptação à mudança do clima**

Na elaboração desta estratégia setorial de SAN, procurou-se apontar: 1) um foco prioritário de atenção para a discussão sobre política de promoção de segurança alimentar e nutricional no contexto da mudança do clima e impactos sobre a produção de alimentos e efeitos subsequentes para o abastecimento alimentar; 2) um recorte social e territorial que requer atenção especial, dados os efeitos negativos esperados da mudança do clima para a segurança alimentar e nutricional, os agricultores familiares, principalmente, e a região do semiárido.

Subsidiaram estas escolhas um diagnóstico acerca dos impactos e riscos da mudança do clima para a produção de alimentos, somado à própria política nacional de promoção de segurança alimentar e nutricional em curso. Neste último caso, a política brasileira existente foi revisitada, interrogando em que medida ações em curso colaboram para a construção de capacidade adaptativa e de sistemas agrários mais resilientes, que garantam a manutenção da promoção da segurança alimentar e nutricional das famílias. Tais medidas devem ser, portanto, reforçadas e terem a sua escala de atuação ampliada.

É importante destacar que, numa análise sobre promoção da segurança alimentar e nutricional, outras dimensões, além da produção, devem ser analisadas dada a característica intersetorial e holística desta abordagem. A exemplo, podem ser citados aspectos nutricionais e de saúde, acesso e disponibilidade de alimentos nas cidades, e particularidades da segurança alimentar e nutricional de famílias residentes em espaços urbanos. Neste PNA, o foco foi priorizar a discussão sobre os efeitos da mudança do clima global sobre a produção de alimentos, os agricultores familiares e o meio rural, especialmente a região do semiárido. Futuramente, nas revisões periódicas do PNA, outras dimensões da segurança alimentar e nutricional serão paulatinamente analisadas e refletidas no contexto da discussão dos impactos das mudanças do clima sobre a promoção da segurança alimentar e nutricional brasileira e as necessárias medidas de adaptação.

No que diz respeito ao arranjo institucional da política de SAN, este foi considerado de forma alinhada e sinérgica com esta estratégia setorial. O Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SISAN) foi instituído em 2006 pela Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (Lei Nº 11.346, de 15 de setembro de 2006 - LOSAN), com o objetivo de promover e proteger o Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA). Trata-se de uma abordagem na qual destaca-se a participação efetiva de diversos atores de forma a promover a

transparência e a exigibilidade do direito.

Um dos aspectos mais inovadores da LOSAN é estabelecer como o Estado Brasileiro se organiza para garantir o DHAA. Neste desenho institucional criado, duas estratégias de atuação devem ser promovidas: a intersetorialidade e a participação social.

Apesar de desafiadora, a interseccionalidade é necessária na medida em que a realização do DHAA não envolve somente “ter o que comer”, mas sim o acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam social, econômica e ambientalmente sustentáveis.

Para garantir a articulação e integração das várias ações pertencentes aos diversos setores, o SISAN conta com duas instâncias de coordenação na esfera nacional, cujo funcionamento foi regulamentado pelos decretos 6.272/2007 e 6.273/2007: o CONSEA, presidido pela sociedade civil; e a Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional (CAISAN), presidida pelo MDS com representação de 20 ministérios. Cabe à CAISAN articular, monitorar e coordenar a Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN). Ela é responsável, também, pela articulação com as instâncias do SISAN nos estados e municípios.

Em 2010, o direito à alimentação foi incluído como direito social no artigo 6º da Constituição Federal e publicado o Decreto nº 7.272, que instituiu a Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional e seu monitoramento.

Em 2011, foi lançado o Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional 2012/2015 (PLANSAN).

O Plano integra dezenas de ações e programas que abrangem as várias dimensões da SAN, incluindo o acesso a alimentos, sua produção e disponibilidade e a dimensão nutricional.

Vale destacar as diretrizes da Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional:

1. Promoção do acesso universal à alimentação adequada e saudável;
2. Promoção do abastecimento e estruturação de sistemas sustentáveis, de base agroecológica, de produção, extração, processamento e distribuição de alimentos;
3. Instituição de processos permanentes de educação alimentar e nutricional, pesquisa e formação nas áreas de segurança alimentar e nutricional;
4. Promoção, universalização e coordenação das ações de segurança alimentar e nutricional voltadas para quilombolas e demais povos e comunidades;
5. Fortalecimento das ações de alimentação e nutrição em todos os níveis da atenção à saúde, de modo articulado às demais ações de segurança alimentar e nutricional;
6. Promoção do acesso universal à água de qualidade e em quantidade suficiente;
7. Apoio a iniciativas de promoção da soberania alimentar, segurança alimentar e nutricional e do direito humano à alimentação adequada em âmbito internacional;
8. Monitoramento da realização do direito humano à alimentação adequada.

### 10.3 Impactos da mudança do clima global para a segurança alimentar e nutricional no Brasil

Não pode existir risco de retrocesso nas conquistas recentes de promoção da SAN no Brasil por conta dos efeitos negativos da mudança do clima. Essa mudança pode impactar negativamente a segurança alimentar e nutricional da população uma vez que os eventos extremos, processos de desertificação e outros processos decorrentes afetam o direito humano à alimentação adequada. Esta se expressa no acesso regular e permanente aos alimentos, tanto em quantidade quanto em qualidade. A promoção de políticas de SAN é de fundamental importância no contexto das mudanças do clima, pois são capazes de promover adaptação e resiliência.

Um fato preocupante é que a mudança do clima pode agravar ainda mais as condições existentes de pobreza. Vulnerabilidade social e vulnerabilidade à mudança do clima se autorreforçam, porque em geral as populações mais vulneráveis possuem menor capacidade adaptativa para enfrentar os efeitos adversos da mudança do clima, ao mesmo tempo em que esses efeitos podem aprofundar a vulnerabilidade social de populações específicas como, por exemplo, grupos tradicionais (extrativistas, grupos indígenas, quilombolas, pescadores artesanais,

ribeirinhos, agricultores familiares e assentados de reforma agrária<sup>62</sup>) cuja sobrevivência econômica, hábitos, cultura e modos de vida são fortemente influenciados por condições climáticas.

No caso do Brasil, dada a elevada desigualdade social, que é também espacialmente localizada, a mudança do clima global poderá impactar de maneira heterogênea os grupos populacionais tradicionais. Ademais, o fato de o Brasil possuir dimensões continentais, implica na possibilidade de coexistência de variados padrões climáticos tanto positivos, quanto adversos, impactando de maneira diferenciada os referidos grupos que se encontram distribuídos pelo território brasileiro.

Conforme debatido no Volume I do PNA, a simples exposição a variações climáticas como temperatura, precipitação, elevação do nível do mar, umidade, velocidade dos ventos etc, decorrentes da alteração climática global, não determina sozinha os impactos sobre os ecossistemas, sistemas produtivos e comunidades locais. A

---

62 Apesar da grande diversidade, tais grupos congregam algumas características comuns, que podem ser sintetizadas no conceito legal adotado para “povos e comunidades tradicionais” no âmbito do Art. 3º, inciso I do Decreto nº 7.040/2007 (que institui a Política Nacional de Povos e Comunidades Tradicionais – PNPCT), a saber: “grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição”.

vulnerabilidade social e a capacidade adaptativa respondem pela direção do efeito (negativo ou positivo) e pela magnitude. Por exemplo, a construção de cisternas para captação de água da chuva e a melhor conservação do solo e dos mananciais contribuem para enfrentar as variações de temperatura, precipitação e evapotranspiração (através de uma melhor regulação e manutenção dos recursos hídricos).

A análise acerca dos riscos da mudança do clima para a promoção da segurança alimentar e nutricional brasileira deve levar em consideração as três dimensões que explicam a vulnerabilidade: sensibilidade, exposição e capacidade adaptativa. Sob a dimensão da exposição, dada a dimensão continental do país, torna-se estratégico que a análise seja baseada em resultados georreferenciados, ao menor nível de desagregação geográfica possível, considerando a heterogeneidade de cenários de clima para o Brasil. Para a sensibilidade e a capacidade de adaptação, é útil que os resultados sejam investigados, sempre quando possível, por meio de desagregações sociais, que alcancem as diferentes condições socioeconômicas e de capacidade de resposta e resiliência dos agentes para nortear o foco das políticas públicas de SAN.

## 10.4 Disponibilidade hídrica

A promoção do acesso universal à água de qualidade e em quantidade suficiente faz parte da Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. A política é assentada no direito humano a uma alimentação adequada, que inclui garantir o direito de acesso à água para consumo humano. A água, por sua vez, é também essencial para a produção de alimentos e a criação de animais.

A disponibilidade de água no Brasil está intimamente ligada ao clima, especialmente durante os meses de verão. Atrasos no início da estação chuvosa podem afetar a agropecuária e a geração de energia. A ocorrência de enchentes e secas de grande escala tem produzido fortes impactos para a economia e a segurança alimentar e nutricional brasileira. Estudos sugerem que mudanças nos padrões e nos regimes de precipitação futuros poderão também afetar as vazões dos rios brasileiros.

A conservação da agrobiodiversidade, recuperação do solo de áreas degradadas, recuperação de mananciais e a promoção de sistemas integrados de lavoura-pecuária-floresta são fatores que contribuem para um maior equilíbrio entre a oferta e o uso da água pela atividade agrícola. Essas práticas devem, portanto, ser incentivadas, contribuindo indiretamente para a garantia da segurança alimentar e nutricional, visto que a água é insumo indispensável para a produção de alimentos.



## 10.5 Produção de alimentos da agricultura familiar e soberania alimentar

Estudos apontam que poderá ocorrer no Brasil, em função da mudança do clima: 1) redução de até 10,6 milhões de hectares de terra destinada à agricultura em 2030; 2) reduções de áreas de florestas e matas nos estabelecimentos agrícolas, com aumento das áreas de pastagens; 3) diminuição das áreas de baixo risco climático para o plantio dos principais produtos agrícolas alimentares e de exportação (arroz, feijão, milho, soja e mandioca); 4) redistribuição regional de algumas culturas em busca de condições climáticas mais apropriadas; 5) “pecuarização” mais acentuada das regiões rurais no Nordeste; e 6) aumento na frequência e intensidade de eventos extremos climáticos com tendência a gerar impactos adversos sobre a produtividade e a produção de culturas agrícolas (MONZONI, 2013; PBMC, 2014; MARGULIS et al., 2011; FERES et al., 2011; EMBRAPA, 2008). No curto prazo, extremos climáticos provocam quebra de safra agrícola, com problemas de escassez na oferta de alimentos e alta volatilidade dos preços. Em suma, esses efeitos combinados poderão impactar o sistema de abastecimento alimentar brasileiro, os preços dos alimentos, a cesta e o orçamento alimentar das famílias.

Os impactos esperados da mudança do clima sobre a produtividade das culturas tendem a ser diferenciados

conforme a categoria de agricultor em análise: agricultor familiar e não familiar. Isso porque a localização geográfica dos agricultores, as características do solo e aptidão agrícola de suas propriedades, além da capacidade adaptativa, determinam o impacto das perdas esperadas para a produção de alimentos.

Estudo pioneiro realizado pelo MMA em conjunto com a Oxfam, com colaboração da Caisan, identificou as perdas esperadas decorrentes da mudança do clima global para a mandioca, arroz, feijão, milho e café produzidos exclusivamente pelos agricultores familiares.

Essas culturas foram selecionadas considerando a sua importância para a segurança alimentar e nutricional das famílias, para o abastecimento alimentar do país e a contribuição da agricultura familiar para a produção nacional. De acordo com o último Censo Agropecuário de 2006, produzido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 84% dos estabelecimentos agropecuários brasileiros pertenciam a agricultores familiares, que ocupavam 74% de toda a mão de obra no campo. São 4,3 milhões de estabelecimentos agrícolas familiares que juntos respondem por 38% do Valor Bruto da Produção Nacional (VBP) agropecuária e por 70% da produção de alimentos consumidos no Brasil (UNSCN, 2014; IBGE, 2006). Os agricultores familiares respondem por 83% da produção brasileira de mandioca, 70% de

feijão, 46% de milho, 38% de café e 33% de arroz (KEPPLE, 2014).

A pesquisa MMA/Oxfam utilizou os dados agropecuários da produção realizada pela agricultura familiar extraídos do Censo Agropecuário 2006 e as projeções climáticas futuras, considerando parâmetros de temperatura e precipitação para o Brasil produzidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Assim, estimou-se a perda esperada para a produtividade agrícola das culturas selecionadas decorrente de variações de temperatura e precipitação futuras. Fatores como as características do solo e de aptidão agrícola dos estabelecimentos (fertilidade, erosão, topografia etc.) explicam a diferença de produtividade entre os agricultores e foram, portanto, considerados como variáveis de controle do modelo de impacto desenvolvido na pesquisa MMA/Oxfam.

Assim, estimou-se a produtividade agrícola dos agricultores familiares para aquelas culturas e, em sequência, foi simulada a produtividade agrícola futura com o cenário de mudança do clima projetada. A diferença entre o valor observado e o valor projetado corresponde à variação esperada da produtividade agrícola decorrente da mudança do clima global. Os resultados são agrupados conforme categorias de biomas a partir dos impactos projetados para municípios. De forma sucinta, destacam-se alguns resultados principais:

A produtividade da cultura do café poderá ser atingida ou por deficiência hídrica ou por excesso térmico nas regiões tradicionalmente produtoras. Assim, com o aumento da temperatura, o café que é bastante cultivado na região do bioma da Mata Atlântica (Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo) deve migrar da parte sudeste da Mata Atlântica para o sul do Brasil, em busca de melhores condições de produção e rentabilidade. Para municípios como Lajedo do Tabocal (BA), São José do Mantimento (MG) e Santa Cruz do Rio Pardo (SP) é esperada uma perda de produtividade do café da ordem de 100% até 2100, inviabilizando a produção local.

Poderão ocorrer ganhos de produtividade para a cultura da mandioca, especialmente no Pampa, devido à diminuição de localidades sujeitas a climas mais frios e geadas. Na Amazônia, a produção da mandioca também poderá se beneficiar por causa da diminuição dos excedentes hídricos. No entanto, é importante observar que as maiores quedas da produtividade e de aptidão agrícola são esperadas para ocorrer na região da Caatinga (semiárido e agreste nordestino), onde a mandioca exerce grande importância para a segurança alimentar e nutricional das famílias. Para mais da metade dos municípios da Caatinga, as estimativas sugerem perdas futuras severas da produtividade agrícola da mandioca, com consequências na produção para autoconsumo e geração de trabalho e renda agrícola por meio

desta cultura. No Nordeste, segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), a produção de mandioca respondia, em 2012, por 6,1% da ocupação agrícola, atrás apenas, dentre as culturas selecionadas para o estudo, da produção de milho, com 8,9%.

No caso do arroz, as menores perdas deverão limitar-se às áreas de produção irrigada e com boa oferta de chuva, como nos estados de Goiás, no Mato Grosso em sua porção norte e no Pará. Atualmente, segundo dados do MAPA, o cultivo de arroz irrigado praticado na região Sul do Brasil contribui, em média, com 54% da produção nacional, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor brasileiro.

O milho já é atualmente uma cultura sob risco e, com a mudança do clima, há expectativa de aumento substancial deste risco, devido a elevação da temperatura e deficiência hídrica. Isso porque a projeção de aumento da temperatura futura é bastante elevada para todo o Brasil, podendo afetar a evapotranspiração da planta, com impactos para o balanço hídrico. As restrições para produção abarcam quase todo território nacional, com exceção do Pampa, onde são esperadas melhorias para a produtividade agrícola decorrentes da redução das geadas. No Nordeste, onde quase 9% da mão de obra agrícola encontra-se empregada nesta atividade, os municípios mais afetados deverão ser: Porto Fraco, São João do Carú, Centro

Novo do Maranhão, Feira Nova do Maranhão e Brejo, todos localizados no estado do Maranhão.

A produção de feijão, possui queda da produtividade esperada para várias localidades do Brasil em decorrência da elevação da temperatura e do estresse hídrico. Em busca de melhores condições de produção e rentabilidade, o seu cultivo tende a se tornar localizado na área do Pampa e parte do sul de Minas Gerais. No Nordeste, onde o feijão responde por 3,4% das ocupações agrícolas, os municípios mais afetados serão: Pedra Lavrada (PB/Caatinga), Ceará-Mirim (RN/Caatinga), Trindade (PE/Caatinga), Humberto de Campos (Maranhão/Cerrado)<sup>63</sup>.

É importante ressaltar que a perda esperada de produtividade das culturas citadas, em função da mudança do clima, traz impactos para a segurança alimentar de duas formas: por meio da diminuição da oferta de alimentos, inclusive para consumo dos próprios agricultores familiares; e por meio da diminuição da capacidade de geração de renda para esses agricultores. Os agricultores familiares são geralmente vendedores e compradores líquidos, ou seja, eles se especializam na produção de algumas culturas agrícolas e, com a renda obtida por meio da sua venda, realizam a aquisição de outros alimentos, bens e serviços diversos. Portanto, as perdas

---

63 Uma discussão ampliada desses resultados pode ser encontrada em estudo produzido por Speranza et al., 2015 para MMA/Oxfam disponível em <http://www.mma.gov.br/clima/adaptacao/projetos>.

esperadas de produtividade agrícola afetam a renda agrícola, com efeitos para a qualidade e diversificação da dieta alimentar das famílias e no acesso a bens e serviços básicos importantes para promoção de qualidade de vida e da segurança alimentar.

Uma importante estratégia adaptativa para o sistema alimentar brasileiro é a ampliação da capacidade de armazenamento da produção, associada à maior atuação do poder público como agente regulador de estoques públicos. Silos e depósitos são importantes para o armazenamento da produção nos períodos em que as condições climáticas são mais favoráveis e permitem um maior período de plantio e colheita. Ademais, há situações em que os mercados apontam para a necessidade de intervenção, como, por exemplo, diante de uma quebra de safra agrícola ocasionada por evento climático extremo, com consequente efeito para a elevação e volatilidade dos preços dos alimentos.

Para a formação de estoques públicos e privados é necessário ampliar a capacidade de armazenamento dos alimentos no Brasil. Dados do Censo Agropecuário 2006 revelaram que apenas 1,6% do total dos estabelecimentos agropecuários brasileiros possuem silos e depósitos para grãos e forragens. Além disso, é importante observar que boa parte da capacidade de armazenamento dos poucos silos e depósitos existentes encontra-se localizada na região Centro-

Oeste, onde se concentra a produção de grãos voltados para a exportação (Figura 17). Ainda, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), a capacidade estática do Brasil está em 152 milhões de toneladas frente a uma produção estimada para a safra 2014/2015 de 200 milhões de toneladas de grãos. O mapa a seguir (Figura 18) revela as microrregiões nas quais existe déficit entre a capacidade de armazenagem e a produção de grãos.

Destaca-se, ainda, segundo a Conab, que a capacidade estática do Brasil está concentrada na iniciativa privada, que detém 75% dos 152 milhões de toneladas. Em seguida estão as cooperativas com 21% e, por último, entidades do poder público que respondem por 4%. Existem cerca de 5,6 mil empresas de armazenagem no Brasil, sendo que 50% da capacidade está concentrada em 156 empresas. Regionalmente, a capacidade estática do Brasil está concentrada no Sul do país, com 42%, seguida do Centro-Oeste com 35% e Sudeste com 15%. As regiões Norte e Nordeste representam juntas apenas 8% da capacidade.

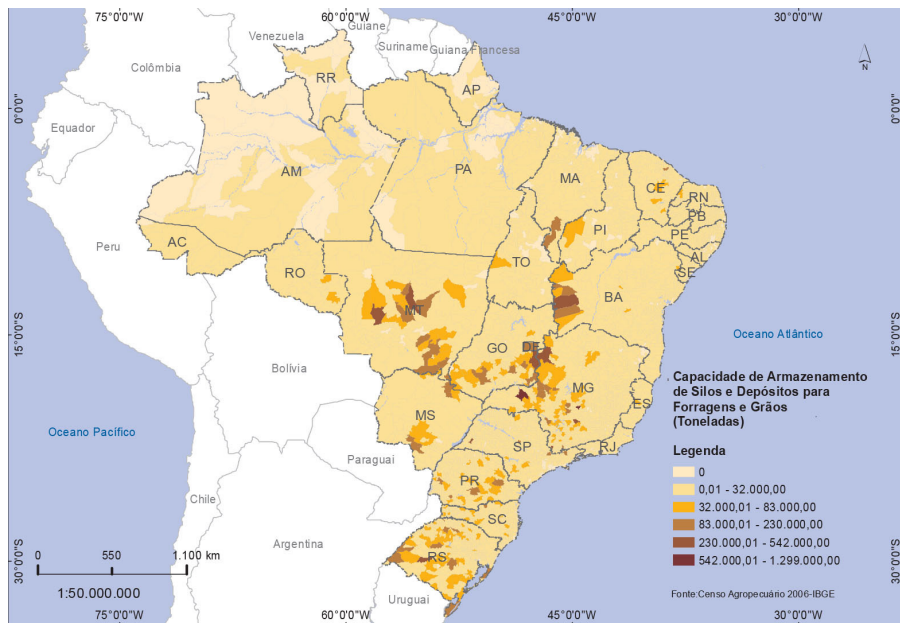


Figura 17- Distribuição dos silos e depósitos no Brasil

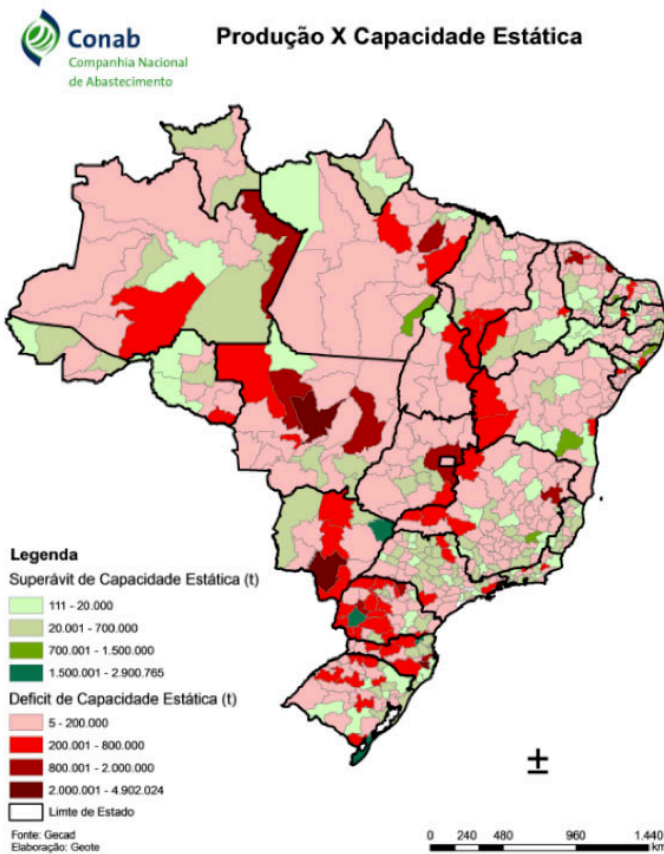


Figura 18 – Comparativo produção de grãos x capacidade estática no Brasil

Em suma, a mudança do clima exigirá da atividade agrícola brasileira a promoção de uma produção mais planejada e de maior precisão. Nesse sentido, os silos e depósitos contribuem, permitindo o aproveitamento das condições climáticas favoráveis, maximizando os períodos de plantio e colheita. Boas safras sem locais para armazenamento podem ser perdidas, desperdiçando o potencial que estoques de alimentos possam proporcionar para regulação da oferta dos alimentos e, conseqüentemente, para a estabilização dos preços de mercado e promoção da SAN.

## 10.6 Convivência com o semiárido

Numa perspectiva territorial e social, a região semiárida congrega fatores de exposição, sensibilidade e (baixa) capacidade adaptativa que a torna uma área geográfica prioritária para implantação de medidas de enfrentamento dos efeitos negativos da mudança do clima.

Há um esforço, por exemplo, de garantir o acesso à água para o consumo humano e sistemas produtivos nesta localidade. Nos últimos anos, o governo federal realizou importante mudança de paradigma em torno das políticas públicas para esta região, que foi o reconhecimento do direito e da viabilidade da sobrevivência do sertanejo em sua terra natal sob parâmetros de condições de vida sustentáveis. Além

disso, também promoveu o acesso à água através de ampla rede, em articulação com a sociedade civil, para construção de cisternas.

Por outro lado, o nordeste brasileiro enfrenta desde 2012 a maior seca dos últimos 50 anos, com mais de 1.400 municípios afetados. Estimativas do Ministério da Integração Nacional contabilizam que as perdas para o setor agrícola podem ter sido da ordem de US\$ 6 bilhões (MCTI, 2014). É nesta região que está localizado o semiárido Nordestino, onde há áreas suscetíveis à desertificação que somam 1.340.172,60 km<sup>2</sup>, equivalentes a quase 16% do território brasileiro, com 34,8 milhões de pessoas (17% da população total) distribuídas em 1.488 municípios (PAUPITZ, 2013). São números que fazem do conjunto dessa área a região seca mais populosa do mundo.



O Programa Garantia Safra<sup>64</sup>, que corresponde a um seguro agrícola voltado para o agricultor familiar de área semiárida, já precisou ampliar o número de beneficiários e, também, o total de parcelas concedidas em função da intensificação do fenômeno da seca nesta região no período recente (safras 2011/2012 e 2013/2014). O fato é que estimativas futuras projetam um cenário climático ainda mais extremo para a região do semiárido brasileiro. Diretrizes de adaptação para esta região serão aprofundadas mais adiante, na discussão sobre estratégias. O desafio é fortalecer medidas de adaptação para a região de forma que a mudança do clima não ponha em risco os avanços positivos promovidos pelo governo federal voltados para uma melhor convivência das famílias com o semiárido.

---

64 O Garantia-Safra (GS) é uma ação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), sob responsabilidade do Ministério do Desenvolvimento Agrário, inicialmente voltada para os agricultores e as agricultoras familiares localizados na região Nordeste, na área norte do Estado de Minas Gerais, Vale do Mucuri, Vale do Jequitinhonha e na área norte do Estado do Espírito Santo — área de atuação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), majoritariamente semiárida — que sofrem perda de safra por motivo de seca ou excesso de chuvas. Os agricultores que aderirem ao Garantia Safra nos municípios que vierem a sofrer perda de pelo menos 50% do conjunto da produção de feijão, milho, arroz, mandioca, algodão, ou de outras culturas a serem definidas pelo órgão gestor do Fundo Garantia-Safra, em razão de estiagem ou excesso hídrico, recebem compensações financeiras diretamente do Governo Federal, em cinco parcelas mensais, por meio de cartões eletrônicos disponibilizados pela Caixa Econômica Federal. Devido à intensificação do fenômeno da seca nas últimas safras agrícolas, o governo precisou na ocasião ampliar o número de parcelas para oito.

## 10.7 Conclusões e diretrizes

### 10.7.1 A importância do sistema agrário resiliente

A construção de um sistema alimentar mais resiliente requer ajustes dos ecossistemas, dos sistemas sociais e dos sistemas econômicos. Tais mudanças serão mais difíceis para a maioria das regiões e para as populações vulneráveis. Modelos de mudança do clima sugerem que efeitos graves poderão ser sentidos em regiões tropicais, especialmente com a intensificação da seca em localidades áridas dos trópicos, como o semiárido brasileiro.

A falta de sustentabilidade na produção de alimentos é uma ameaça à resiliência e precisa ser enfrentada através de mudanças na forma de produção dos alimentos e na governança do sistema alimentar nacional e internacional. Deve-se identificar e apoiar práticas de produção e distribuição de alimentos que sejam mais eficientes na alocação e uso dos recursos naturais e biofísicos, diminuindo as externalidades ambientais negativas como, por exemplo, as emissões de gases causadores do efeito estufa (GEE). No Brasil, entre 2005 e 2012, as emissões do setor agropecuário saltaram de 415.724 para 446.445 Gg CO<sub>2</sub>eq, o que corresponde a uma mudança relativa de 20% para 37% do total das emissões brasileiras emitidas (MCTI, 2015). Atualmente, juntamente com o setor de Energia (37%), as emissões da agropecuária são as que mais contribuem para a emissão total de GEE do país. Nesse sentido, um sistema alimentar resiliente, baseado em práticas agroecológicas, é uma

solução e uma contraposição ao sistema dominante de produção de alimentos no Brasil, que responde pela maior parte dos resultados de emissões de GEE e que tem colaborado para uma perda da diversificação produtiva e menor valorização dos produtos da agrobiodiversidade, pondo em risco a soberania alimentarnacional.

O Brasil tem o desafio de implementar ações de mitigação e adaptação que mutuamente se reforcem, gerando redução das emissões de GEE do setor agropecuário, com criação de sistemas agrários mais resilientes e adaptados aos efeitos negativos da mudança do clima. A Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (PNSAN) envolve a implementação de sistemas sustentáveis de produção e distribuição de alimentos, com ênfase na promoção de sistemas agroecológicos, preservação e valorização da agrobiodiversidade, implantação de bancos de sementes crioula, diversificação produtiva, recuperação e preservação dos solos e dos mananciais, e menor uso e aplicação de agrotóxicos e fertilizantes químicos<sup>65</sup>.

Conforme destaca Olivier de Schutter (2012:23-24), a perspectiva agroecológica possui uma variedade de

---

65 Entre 1992 e 2010, segundo o IBGE (2012), a quantidade de fertilizantes comercializada por área plantada mais que dobrou no Brasil. O Brasil é líder mundial no consumo de agrotóxicos. A contribuição dos fertilizantes nitrogenados, responsáveis por 6,5% das emissões de GEE produzidas pela agropecuária brasileira em 2012 (MCTI, 2015), pode ser reduzida evitando-se o desperdício no momento da aplicação do adubo e cultivando plantas fixadoras de nitrogênio. Pesquisadores das universidades de Harvard e de Minnesota (EUA) estimaram que 50% do nitrogênio aplicado para a produção de cereais no mundo são desnecessários.

vantagens para a construção de um sistema alimentar sustentável, incluindo, dentre elas, a adaptação à mudança do clima. Para esse autor, que foi também Relator Especial das Nações Unidas (ONU) para o direito à alimentação durante o período 2008-2014, a agroecologia contribui para a promoção do direito à alimentação na medida em que: 1) aumenta a produtividade no nível do campo; 2) reduz a pobreza rural<sup>66</sup>; 3) favorece uma melhor nutrição; 4) torna-se um ativo que colabora para a disseminação de boas práticas entre os agricultores; e 5) conforme já mencionado, melhora a resiliência dos sistemas agrários à mudança do clima.

O uso de técnicas agroecológicas pode amortecer significativamente os impactos negativos da mudança do clima, especialmente dos eventos extremos, pois a resiliência é fortalecida pelo uso e promoção da biodiversidade agrícola no ecossistema. Sistemas produtivos

---

66 O custo de se criar empregos na agricultura é significativamente menor do que em outros setores. No Brasil, dados do INCRA revelam que cada emprego gerado em um assentamento custa para o governo US\$ 3.640, enquanto que o custo seria 128% mais caro na indústria, 190% maior no comércio e 240% superior no setor de serviços. As comparações entre países demonstram que o crescimento do PIB originário da agricultura é no mínimo duas vezes mais eficaz na redução da pobreza do que o crescimento do PIB que se origina fora da agricultura. Mas alguns tipos de investimentos são mais efetivos do que outros na consecução deste objetivo. Os efeitos multiplicadores são significativamente maiores quando o crescimento é desencadeado pela maior renda dos pequenos proprietários, estimulando a demanda por produtos e serviços de vendedores e prestadores de serviços locais. Quando as grandes propriedades aumentam sua receita, a maior parte dela é investida em insumos e máquinas importadas e uma parte muito menor vai para os comércios locais (de SCHUTTER (2012), com base em WORLD BANK (2008) e MIGUEL CARTER (2010)).

agroecológicos são bem mais equipados para suportar os fenômenos das secas e inundações. Além disso, a diversidade de espécies e atividades agrícolas que os métodos agroecológicos proporcionam são maneiras de atenuar riscos de impactos dos fenômenos meteorológicos extremos, bem como a invasão de novas pragas, ervas daninhas e doenças. A prática agroecológica de consórcios de cultivares aposta na diversidade genética nos campos para melhorar a resistência de culturas a doenças.

A agroecologia também coloca a agricultura na trajetória da sustentabilidade pela desvinculação da produção de alimentos da dependência da energia fóssil (petróleo, gás e fertilizantes químicos). Ela contribui para atenuar a mudança do clima, tanto por aumentar sumidouros de carbono na matéria orgânica do solo, quanto na biomassa da superfície do solo. Além disso, evita emissões de dióxido de carbono ou de outros gases causadores do efeito estufa pelas propriedades agrícolas, através da redução do uso direto e indireto de energia.

Outra importante vantagem da agroecologia é que, ao valorizar-se o conhecimento tradicional do agricultor familiar e de comunidades tradicionais (grupos indígenas, quilombolas, ribeirinhos etc.) numa constante interação entre prática e rede de extensão rural e ensino, a criação de capacidade de resiliência nas propriedades rurais é favorecida. Neste sentido, a agroecologia é uma alternativa

em contraposição a novos modelos que têm surgido como soluções defendidas para enfrentar os efeitos negativos da mudança do clima, sob o rótulo de “agricultura inteligente”, “nova revolução duplamente verde” etc. Estes modelos costumam ser construções altamente dependentes de insumos agrícolas, máquinas e equipamentos e, por vezes, assentados numa mercantilização da natureza e empresariamento das práticas agrícolas.

### **10.7.2 Diretrizes para promoção da adaptação**

O desenvolvimento da SAN no contexto de mudança do clima global requer uma abordagem específica das políticas públicas brasileiras já existentes de promoção de segurança alimentar e nutricional. Contribui positivamente para o atendimento dessa necessidade a existência de um arranjo institucional com articulação e integração de diferentes órgãos, ministérios e representantes da sociedade civil, além de um sistema de monitoramento acerca da situação de insegurança alimentar e nutricional das famílias e de avanços nas políticas de SAN.

A abordagem de SAN no Brasil está assentada numa perspectiva intersetorial e holística. Essas características criam facilidades para a consecução do principal passo que precisará ser dado após a publicação do Plano Nacional de Adaptação: o contágio do tema da mudança do clima setorialmente e para todas as esferas de governança (União,

Estados e Municípios). A CAISAN, em parceria com o CONSEA, são os *locus* de discussão para avanços nesta direção.

Para a criação de sistemas agrários resilientes, é importante a promoção de estratégias de adaptação baseadas no fortalecimento tanto das comunidades quanto dos ecossistemas. Tais estratégias incluem ações voltadas à: 1) melhoria da gestão da água com construção de sistemas de captura e armazenamento de água para o consumo humano e produção (Primeira e Segunda água<sup>67</sup>); 2) utilização de variedades agrícolas de ciclo curto; 3) criação de bancos de sementes e de cereais de base comunitária; 4) adaptação das práticas agrícolas para a conservação da umidade do solo, matérias orgânicas e nutrientes; e 5) conservação e recuperação da agrobiodiversidade.

A seguir são elencadas algumas diretrizes atuais da Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional mais relevantes no sentido de proporcionar um meio ambiente mais resiliente, e que devem ser fortalecidas no contexto do Plano Nacional de Adaptação:

### **Diretriz 1: Fortalecer os programas de acesso à água para consumo humano e produção de alimentos no semiárido**

Para conviver com longos períodos secos e chuvas ocasionais, uma das técnicas mais utilizadas

no Semiárido brasileiro tem sido o armazenamento da água em cisternas. Com o Programa Cisternas, o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) desenvolve ações de acesso à água, que garantem água para o consumo (Primeira Água) e, também, para a produção (Segunda Água) em residências rurais e em escolas públicas da zona rural.

O direito à água está compreendido também no direito humano à alimentação adequada, sendo responsabilidade do Estado assegurar esse direito a todos os cidadãos, sobretudo àqueles em situação de vulnerabilidade socioambiental. A garantia efetiva desse direito requer a articulação de diversas ações intersetoriais, devido à interface do tema com as políticas de recursos hídricos, de saneamento básico e, mais recentemente, com as políticas de segurança alimentar e nutricional. As dificuldades de acesso regular ou mesmo de acesso precário a qualquer fonte de água potável ainda é realidade para centenas de famílias, especialmente para aquelas em situação de extrema pobreza, localizadas na zona rural do país. Variações climáticas que afetam a disponibilidade de água, poluição das fontes hídricas disponíveis e debilidade do acesso aos recursos hídricos são fatores que incidem na qualidade de vida das famílias. Muitas não dispõem de meios para obter água adequada para consumo humano e produção de alimentos, comprometendo substancialmente suas condições de

---

67 Primeira água: água para beber e cozinhar. Segunda água: água destinada para a produção agropecuária.

sobrevivência.

Diante dessa realidade, têm ganhado força, de forma expressiva, alternativas de abastecimento, viáveis social e economicamente, capazes de universalizar o acesso à água potável, envolvendo ampla mobilização e participação social.

A discussão sobre o atendimento dessa população ganhou expressiva dimensão com o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Água – Água Para Todos (Decreto nº 7.535, de 26 de julho de 2011), que formalizou o compromisso do Governo Federal de universalizar o acesso à água para as populações rurais, principalmente aquelas em situação de extrema pobreza. Em relação às famílias e escolas indígenas do semiárido, está prevista a universalização do acesso à água nos próximos quatro anos (2016-2019).

A persistência do problema da vulnerabilidade hídrica das famílias rurais do semiárido motivou a mobilização de diversos atores da sociedade civil organizada do nordeste brasileiro, articulados em torno da defesa dos direitos desta população, entre eles o direito à água, como elemento essencial à vida e à segurança hídrica e nutricional. Em um cenário de mudança do clima essas iniciativas devem ser fortalecidas visando garantir a convivência da população na região semiárida, sob condições nas quais a irregularidade dos períodos de chuva e as secas e estiagens poderão se tornar

mais severas e frequentes, portanto, demandando a intensificação do uso de cisternas para melhor gerenciamento dos recursos hídricos.

No que se refere à água para produção, é importante destacar a ação da Embrapa no desenvolvimento de estratégias para a convivência com a seca. Com risco de desertificação acelerada, a região semiárida deve se tornar imprópria para a maioria das plantas cultivadas atualmente, em especial a mandioca e o milho. Para conter tal processo e, ao mesmo tempo, oferecer alternativas alimentares para a população e para o gado, vários pesquisadores têm defendido que a solução está nas próprias culturas nativas. A ideia é aproveitar o conhecimento sobre as plantas mais tolerantes à seca e incentivar um cultivo mais abrangente. Várias espécies características do semiárido são muito mais eficientes no balanço hídrico como, por exemplo, as forrageiras nativas quando comparadas às gramíneas exóticas introduzidas na região.

## **Diretriz 2: Reduzir a pobreza e a vulnerabilidade de grupos sociais rurais, por meio do fortalecimento das políticas de inclusão produtiva rural**

São três os focos de atuação da política pública voltados para a consecução desta diretriz: criação de bancos de sementes na região semiárida, Programa de Fomento, Programa Bolsa Verde.

Com o objetivo de incluir produtivamente os agricultores familiares do Semiárido, o MDS apoiou a construção de 640 bancos comunitários de sementes. A ação, que contou com a parceria do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), vai beneficiar pelo menos 12,8 mil famílias rurais que fazem parte do Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal.

O objetivo da ação é ampliar a produção e garantir a segurança alimentar e nutricional das famílias que já têm acesso à água para beber e produzir alimentos por meio do Programa Água para Todos. Nos bancos, as sementes crioulas (sem modificação genética), rústicas, adaptadas às regiões e que fazem parte da cultura alimentar da família, terão um armazenamento adequado.

Além disso, darão mais autonomia de produção aos agricultores familiares que terão acesso a sementes de qualidade, permitindo que tenham mais

liberdade de decisão sobre o momento de plantar e o que plantar. A ação prevê também que uma parte das famílias de agricultores beneficiadas passe por capacitação para multiplicar as sementes e preservar o patrimônio genético dos alimentos da região, além de outras capacitações previstas no projeto.

Um dos grandes diferenciais da ação é que ela parte da própria experiência de agricultores e agricultoras com as sementes crioulas, uma oportunidade de construção do conhecimento a respeito do patrimônio genético que está preservado no Semiárido.

As sementes crioulas são importantes para inserir diversidade no sistema alimentar, uma condição importante para ampliar a capacidade adaptativa do sistema de produção de alimentos e, por consequência, bancos de sementes crioulas devem ser fortalecidos em contexto de mudança do clima.

O Programa de Fomento contribui com a estratégia de inclusão produtiva de agricultores familiares, povos e comunidades tradicionais e povos indígenas que se encontram em situação de extrema pobreza. O programa é de responsabilidade conjunta do MDS e do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), que coordenam conjuntamente duas ações para sua execução: a oferta de serviços de assistência técnica e extensão rural (Ater), contratados por meio de



Chamadas Públicas<sup>68</sup>; e a transferência direta às famílias, por meio do cartão do Programa Bolsa Família, de recursos financeiros não reembolsáveis. Ambas as ações são articuladas com o objetivo de apoiar a estruturação produtiva das famílias rurais mais pobres e o desenvolvimento do projeto produtivo de cada uma, preferencialmente de base agroecológica, para que ampliem ou diversifiquem a produção de alimentos para subsistência e/ou geração de renda.

O Programa de Apoio à Conservação Ambiental Bolsa Verde, lançado em setembro de 2011, concede, a cada trimestre, um benefício de R\$ 300 às famílias em situação de extrema pobreza que vivem em áreas consideradas prioritárias para conservação ambiental. O benefício é concedido por dois anos, podendo ser renovado. Como 47% das 16,2 milhões de pessoas que vivem em situação de extrema pobreza estão na área rural, a proposta alia o aumento na renda dessa população à conservação dos ecossistemas e ao uso sustentável dos recursos naturais.

É destinado àqueles que desenvolvem atividades de uso sustentável dos recursos naturais em Reservas Extrativistas, Florestas Nacionais, Reservas de Desenvolvimento Sustentável federais e Assentamentos Ambientalmente Diferenciados da Reforma Agrária.

68 No que se refere à meta inicial de atendimento de famílias indígenas no PPA 2012/2015, esta foi inicialmente estimada para 9.000 famílias. Esta meta foi superada e deverá atingir ao final de 2015 cerca de 17.500 famílias indígenas.

Territórios ocupados por ribeirinhos, extrativistas, populações indígenas, quilombolas e outras comunidades tradicionais também podem ser incluídos no Programa, além de outras áreas rurais. O Programa é direcionado no sentido de reconhecer e compensar comunidades tradicionais e agricultores familiares pelos serviços ambientais que prestam à sociedade. Vale destacar que a conservação da agrobiodiversidade que é promovida através do Programa Bolsa Verde contribui para a construção de sistema agrário resiliente. Este programa guarda estreita relação com a adaptação baseada em ecossistemas, um dos princípios do Plano Nacional de Adaptação.

### **Diretriz 3: Ampliar a inserção da agricultura familiar em sistemas de produção de base agroecológica, orgânica e da sociobiodiversidade por meio do PLANAPO e PNBSB**

A instituição da Política e do Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PLANAPO) marca o compromisso com a ampliação e a efetivação de ações que devem orientar o desenvolvimento rural sustentável, impulsionado pelas crescentes preocupações das organizações sociais do campo, da floresta, e da sociedade em geral, a respeito da necessidade da produção de alimentos saudáveis com a conservação dos recursos naturais.

A rica biodiversidade dos sistemas de produção, a pluriatividade e as formas de organização e acesso

a mercados próprios, relacionadas a fatores socioeconômicos, ambientais e culturais e sua capacidade de garantir, em grande medida, a segurança alimentar e nutricional da população, são características marcantes da agricultura orgânica e de base agroecológica brasileira. Destaca-se ainda o papel dos povos indígenas e populações tradicionais, através de seus conhecimentos e práticas associadas à conservação e ao uso sustentável da agrobiodiversidade.

Nessa perspectiva, o PLANAPO 2013-2015, elaborado pela Câmara Interministerial de Agroecologia e Produção Orgânica (CIAPO) (conforme o inciso I do art 9º da Política Nacional de Agroecologia e Produção orgânica - PNAPO), com ampla participação da sociedade representada na Comissão Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (CNAPO), busca implementar programas e ações indutoras da transição agroecológica e da produção orgânica e de base agroecológica. Com isso, possibilita-se à população a melhoria de qualidade de vida por meio da oferta e consumo de alimentos saudáveis e do uso sustentável dos recursos naturais.

Já o Plano Nacional para a Promoção dos Produtos da Sociobiodiversidade (PNBSB) tem como principal objetivo desenvolver ações integradas para a promoção e fortalecimento das cadeias de produtos da sociobiodiversidade, com agregação de valor e consolidação de

mercados sustentáveis<sup>69</sup>. Esta iniciativa se inseriu na estratégia do governo federal de articular as políticas voltadas à promoção do desenvolvimento sustentável, geração de renda e justiça social, por meio da conservação, do manejo, do uso sustentável dos produtos da sociobiodiversidade e do fortalecimento da organização social e produtiva dos povos indígenas, quilombolas, comunidades tradicionais e agricultores familiares.

#### **Diretriz 4: Fortalecer a implementação da Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas**

Em 5 de junho de 2012, foi publicado o Decreto nº 7.747 que instituiu a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas (PNGATI), cuja finalidade é garantir e promover a proteção, a recuperação, a conservação e o uso sustentável dos recursos naturais das terras e territórios indígenas, assegurando a integridade do patrimônio indígena, a melhoria da qualidade de vida e as condições plenas de reprodução física e cultural dos povos indígenas, respeitando sua autonomia sociocultural. São inúmeras as linhas estratégicas de ações que repercutem positivamente no fortalecimento da segurança alimentar e nutricional dos povos indígenas, as quais se encontram dispersas por todos os

69 A inserção dos produtos da sociobiodiversidade em mercados institucionais (p.ex.: PAA, PNAE, PGPM-Bio) é um importante mecanismo de promoção da SAN, por garantir preços adequados aos produtos, possibilitar circuitos curtos de comercialização e estimular o resgate de alimentos tradicionais nas escolas indígenas, por exemplo, fortalecendo a identidade cultural.

sete eixos/objetivos específicos<sup>70</sup> da PNGATI. A título de ilustração, citamos: 1) o fortalecimento e promoção de iniciativas produtivas indígenas, com o apoio à utilização e ao desenvolvimento de novas tecnologias sustentáveis; 2) a promoção de assistência técnica de qualidade, continuada e adequada às especificidades dos povos indígenas; 3) a certificação de produtos indígenas e a sua comercialização; 4) a promoção de ações com vistas à recuperação e restauração das condições ambientais das terras indígenas; e 5) a recuperação e conservação da agrobiodiversidade e dos demais recursos naturais essenciais à segurança alimentar e nutricional dos povos indígenas, com vistas a valorizar e resgatar as sementes e cultivos tradicionais.

Os indígenas são grupos potencialmente vulneráveis às mudanças climáticas, dados os seus impactos para a ocorrência de secas, estiagens, inundações e incêndios florestais, que afetam territórios indígenas. O fortalecimento da conservação ambiental e manejo sustentável dos territórios indígenas, por meio da PNGATI, aumentam as habilidades para os indígenas enfrentarem os efeitos negativos adversos da mudança do clima.

---

70 A saber: eixo I: proteção territorial e dos recursos naturais; eixo II: governança e participação indígena; eixo III: áreas protegidas, unidades de conservação e terras indígenas; eixo IV: prevenção e recuperação de danos ambientais; eixo V: uso sustentável de recursos naturais e iniciativas produtivas indígenas; eixo VI: propriedade intelectual e patrimônio genético; eixo VII: capacitação, formação, intercâmbio e educação ambiental

### **Diretriz 5: Contribuir para o contágio do tema da mudança do clima global no SISAN**

A implementação do SISAN nas esferas estaduais e municipais se dá por adesão voluntária, na qual os entes se responsabilizam por instituir CAISANs e CONSEAs e se comprometem a elaborar seus Planos de SAN. Todas as unidades da federação participam do SISAN e atualmente 12 já elaboraram seus planos. Em alguns planos já existem ações e programas que contribuem para a adaptação à mudança do clima. Todavia pretende-se fortalecer e ampliar o contágio da lente climática de forma que os planos subnacionais internalizem a gestão do risco climático em suas formulações e revisões periódicas.

### **Diretriz 6: Ampliar a capacidade de armazenamento e dos estoques públicos dos alimentos**

Ampliar o número de silos e depósitos para grãos, forrageiras e alimentos visando ampliar a capacidade de armazenamento do Brasil. A ampliação destes equipamentos deverá ser promovida pelo Plano Nacional de Armazenagem 2013/2014 com duração de cinco anos. A CONAB receberá R\$ 500 milhões para construir 10 novos armazéns, aumentando sua capacidade estática em 756 mil toneladas. A cada ano serão disponibilizados R\$ 5 bilhões para investimentos em armazenagem, totalizando R\$ 25 bilhões ao final do Plano. Estima-se que após seis anos haverá um

aumento de 65 milhões de toneladas na capacidade estática do Brasil. Os silos e depósitos contribuem para um melhor aproveitamento das condições climáticas favoráveis, maximizando os períodos de plantio e colheita, com o armazenamento de boas safras. O Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional que passou a vigorar em 2016 (PLANSAN 2016-19) contém as diretrizes acima descritas, sendo que as mesmas serão monitoradas no âmbito do PLANSAN por meio de um marcador específico relacionado à adaptação à mudança do clima.

### 10.7.3 Lacunas de informação e recomendações para pesquisa

A construção de capacidade adaptativa no Brasil demanda a produção de conhecimento científico sobre vulnerabilidades, riscos e resiliência em setores-chaves, incluindo o de segurança alimentar e nutricional. Esta estratégia, para uma análise dos riscos e vulnerabilidades da segurança alimentar e nutricional da população brasileira frente à mudança do climática, baseou-se em estudo realizado no âmbito de parceria MMA/Oxfam, representando uma primeira contribuição ao tema, mas, que, todavia, teve um recorte sobre os impactos para o meio rural e mais especialmente sobre os agricultores familiares. Uma série de lacunas científicas precisam ser suplantadas para proporcionar uma análise mais ampla e integrada dos impactos da mudança

climática global para que a segurança alimentar possa avançar. A seguir identificam-se algumas, com recomendações para pesquisa:

- Ampliar o número de estudos e pesquisas que contemplem análise de vulnerabilidades, riscos e impactos da mudança do clima para a SAN no Brasil. A maioria dos estudos atuais foca na análise apenas sobre os efeitos na agricultura, que não é a mesma coisa que efeitos para a promoção de SAN.
- Ampliar o número de estudos e pesquisas que contemplem análise de vulnerabilidades, riscos e impactos da mudança do clima para a SAN de segmentos populacionais específicos, especialmente: extrativistas, indígenas, quilombolas, ribeirinhos e agricultores familiares. Considerando principalmente sua territorialidade.
- Ampliar o conhecimento dos impactos observados e futuros da mudança do clima sobre as estratégias de sobrevivência dos pescadores artesanais brasileiros, populações ribeirinhas e residentes das zonas costeiras. A título de exemplo, o MDS já precisou socorrer grupo de pescadores da Lagoa dos Patos (RS) com distribuição de cestas básicas, como resposta à queda de produtividade na produção de pescado e camarão, decorrente de efeitos climáticos. O pescado é de importância estratégica para a dieta alimentar de inúmeras populações vulneráveis, comunidades tradicionais e povos indígenas.

- Dar maior visibilidade e promover discussão e troca de informações a respeito das iniciativas de adaptação promovidas e preconizadas pela Embrapa semiárido, principalmente, e demais instituições que atuam nesse tema na região.
- Promover estudos sobre impactos da mudança do clima para o abastecimento alimentar do Brasil, com foco em sistemas curtos e de proximidade de produção e consumo, além da agricultura urbana.
- Promover estudos sobre a viabilidade tecnológica e necessidade de ampliação e/ou reformulação do Programa Água para Todos, considerando os cenários de clima futuro produzidos pelo INPE.
- Promover estudos sobre os sistemas agrícolas de povos indígenas e comunidades tradicionais e de seus conhecimentos e práticas associados à recuperação, conservação e ao uso sustentável da agrobiodiversidade, estimulando o diálogo intercultural e a intercientificidade.

O preenchimento dessas lacunas científicas e a promoção de ações para criação de capacidade adaptativa e resiliência para o sistema alimentar brasileiro contribuem para o país estar mais apto a enfrentar os efeitos adversos da mudança do clima sem comprometer a SAN das famílias, mas também para: (1) diminuir as emissões de GEE do setor agropecuário; (2) ampliar e fortalecer a diversificação produtiva e a renda rural das famílias; (3) recuperar e conservar a agrobiodiversidade; (4) eliminar o desperdício de alimentos; e (5) e de uma forma geral, promover maior bem-estar social.



# Estratégia de Zonas Costeiras



**Plano Nacional de Adaptação  
à Mudança do Clima**



## 11.1 Introdução

Esta estratégia foi construída através de um processo participativo que envolveu a Força-Tarefa Zona Costeira do PNA<sup>71</sup>, coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). A força-tarefa buscou melhor compreender os processos da Zona Costeira (ZC) brasileira, suas vulnerabilidades à Mudança do Clima (MC), assim como sua capacidade de adaptação.

**O capítulo tem como objetivo identificar a exposição atual da zona costeira brasileira à mudança do clima, inclusive os principais impactos e vulnerabilidades relacionadas, indicando diretrizes e ações necessárias ao desenvolvimento de sua resiliência climática.** Encontra-se estruturado em três pontos principais, sendo eles: 1) a caracterização da ZC brasileira e a descrição de fenômenos e impactos que a afetam; 2) as vulnerabilidades da ZC nas diversas regiões brasileiras, identificadas a partir de estudos realizados com base em dados climáticos atuais e de projeções climáticas futuras, bem como os sistemas existentes e as lacunas de dados e monitoramento identificadas; e 3) apresentação de uma estratégia de adaptação para ZC, incluindo

as diretrizes e ações, o arranjo institucional para implementação e as sinergias com outros setores.

A estratégia de Adaptação para a ZC tem como ponto focal o MMA, com o apoio do arranjo institucional do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), conforme explicitado no item 5.2 deste capítulo.

## 11.2 Zona Costeira brasileira e a Mudança do Clima

### 11.2.1 Zona Costeira brasileira

A ZC brasileira está localizada nas zonas intertropical e subtropical, estendendo-se desde os 4°30' Norte até os 33°44' Sul, o que compreende uma faixa de aproximadamente 8.500 km voltados para o Oceano Atlântico. Caracteriza-se por uma zona de transição entre o continente e o oceano, onde acontece a interação do ar, do mar e da terra, com alta dinâmica ambiental. A porção terrestre é delimitada pelos limites dos municípios que sofrem influência dos fenômenos ocorrentes na zona costeira (conforme os critérios do Decreto

---

71 A Força-tarefa da Zona Costeira (Pag. 262), composta por especialistas da área e gestores costeiros, foi instituída em julho de 2012 no âmbito do Grupo Executivo do PNA (Gex). Sua finalidade foi subsidiar tecnicamente a elaboração do PNA no recorte da Zona Costeira.

nº 5.300/2004<sup>72</sup>), enquanto que a porção marinha é delimitada pela extensão do mar territorial – 12 mn<sup>73</sup> ou 22,2 km contados a partir da linha de base<sup>74</sup>. A ZC brasileira possui uma largura terrestre variável compreendendo atualmente 395 municípios<sup>75</sup> distribuídos em 17 estados costeiros (macro). Estes municípios concentram 19% da população do país, com cerca de 45 milhões de habitantes, abrangendo dezesseis regiões metropolitanas que se encontram à beira-mar (IBAMA, 2013), constituindo um território complexo e em constante movimento.

---

72 Art. 4º Os Municípios abrangidos pela faixa terrestre da zona costeira serão: I - defrontantes com o mar, assim definidos em listagem estabelecida pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE; II - não defrontantes com o mar, localizados nas regiões metropolitanas litorâneas; III - não defrontantes com o mar, contíguos às capitais e às grandes cidades litorâneas, que apresentem conurbação; IV - não defrontantes com o mar, distantes até cinquenta quilômetros da linha da costa, que contemplem, em seu território, atividades ou infraestruturas de grande impacto ambiental na zona costeira ou ecossistemas costeiros de alta relevância; V - estuarino-lagunares, mesmo que não diretamente defrontantes com o mar; VI - não defrontantes com o mar, mas que tenham todos os seus limites com Municípios referidos nos incisos I a V; VII - desmembrados daqueles já inseridos na zona costeira.

73 1 milha náutica (mn) = 1,8 km

74 Definida pelo Decreto nº 8.400, de 4 de fevereiro de 2015, que estabelece as coordenadas geográficas para seu traçado ao longo da costa brasileira. Consiste na demarcação da linha de costa, de acordo com as definições emanadas pela Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, definida exclusivamente para o traçado dos limites do mar territorial, da zona contígua, da zona econômica exclusiva e da plataforma continental, em conformidade com o disposto na Lei nº 8.617, de 4 de janeiro de 1993.

75 O número de municípios costeiros pode ser maior em função da necessidade de se aprimorar a identificação dos municípios, distantes até cinquenta quilômetros da linha da costa, quando considerado os critérios atividades ou infraestruturas de grande impacto ambiental na zona costeira ou ecossistemas costeiros de alta relevância.

A ZC pode sofrer impactos significativos relacionados à MC, em função de sua ocupação e urbanização consolidada, associada à dinâmica natural da região. Entre os vetores de mudança nos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil, destacam-se aqueles associados aos desastres naturais e ao aquecimento global, a partir da emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera (todos em escala de ascensão durante o século XX). Tais características tornam importante que o território da ZC seja tratado como um recorte específico neste Plano.

### 11.2.2 Principais fenômenos/exposição e impactos

No Brasil, os conhecimentos acerca dos impactos da MC sobre a ZC são pontuais e dispersos. A principal conclusão do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2014) a respeito dos impactos sobre a ZC aponta para a carência de informações relacionadas aos efeitos da MC sobre os ecossistemas costeiros, bem como para a vulnerabilidade desses ecossistemas a tais alterações. A falta de conhecimento sistemático sobre a dinâmica costeira e as informações imprecisas relacionadas à altimetria<sup>76</sup> e batimetria<sup>77</sup> constituem, no momento, a maior dificuldade para

---

76 Altimetria: medição da altura relativa dos terrenos, expressa pelo conjunto formado pelas curvas de nível e pontos cotados de um mapa onde as altitudes são expressas em metros, tendo como ponto de origem o nível do mar (nível zero).

77 Batimetria: medição da profundidade dos oceanos, lagos e rios e é expressa cartograficamente por curvas batimétricas que unem pontos da mesma profundidade com equidistâncias verticais (curvas isobatimétricas), à semelhança das curvas de nível topográfico.

que se possa conhecer a vulnerabilidade natural dessa região e o que poderá ser incrementado com a MC (ver mais no item 11.3).

Diante da carência de dados, e buscando uma melhor compreensão desses processos, para efeitos deste

Plano, foram definidos os seguintes fenômenos/exposição e seus respectivos impactos como possíveis indutores de vulnerabilidade à MC no Brasil (Quadro 20)<sup>104</sup>, os quais são considerados para a definição de estratégias de adaptação.

**Quadro 17. Fenômenos/exposição e impactos da Mudança do Clima sobre a Zona Costeira brasileira.**

Fenômenos/ Exposição	Impactos
Elevação do Nível do Mar e Eventos Extremos	Erosão Costeira e Inundação
	Intrusão Salina
	Comprometimento dos recursos naturais e biodiversidade
Elevação da concentração de CO <sub>2</sub>	Acidificação

### 11.2.3 Elevação do nível do mar e eventos extremos

O aumento do nível do mar em alguns milímetros por ano é uma variável importante, pois a perda de terras em áreas baixas pode rapidamente destruir ecossistemas costeiros, como lagoas, lagunas e manguezais. Além da inundação de áreas sensíveis e relevantes do ponto de vista socioeconômico e ambiental, o aumento do nível do mar pode mudar o equilíbrio energético dos ambientes costeiros, causando grandes variações no processo sedimentar e, consequentemente, provocando erosão

de grandes extensões da linha de costa (CASTRO et al., 2010).

A Zona Costeira brasileira, sobretudo nas regiões densamente urbanizadas, está sujeita às consequências de eventos extremos como chuvas mais intensas, risco de incremento do número de ciclones extratropicais e mudanças no clima de ondas, propiciando também situações de inundações.

78 Adaptada de relatório do Centro de Estudos em Sustentabilidade de consolidação dos trabalhos em grupo da oficina realizada no âmbito da rede Zonas Costeiras abordando o tema “zonas costeiras e adaptação” (Brasil, 2014) – disponível em <http://mma.gov.br/clima/grupo-executivo-sobre-mudanca-do-clima/grupo-executivo-sobre-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas/item/9649>

A seguir, são descritos os principais impactos relacionados aos efeitos da elevação do nível do mar e de ocorrência de eventos extremos:

### 11.2.3.1 Erosão costeira e inundação

Atualmente, ainda é difícil saber se episódios de erosão e progradação<sup>79</sup> da linha de costa brasileira resultam de intervenções antrópicas ou indicam alguma tendência de longo prazo associada à elevação do nível do mar. Esta dificuldade está associada, principalmente, à inexistência ou dificuldade de acesso a dados de monitoramento ambiental de longa duração no Brasil, como, por exemplo, sobre o comportamento do nível médio do mar, dados meteorológicos sobre a interação do oceano e ZC, informações diretas sobre ondas, evolução da morfologia da costa e plataforma continental interna até 50 metros (NEVES & MUEHE, 2008).

A erosão é, em geral, um processo natural, que pode ser incrementado pela fixação artificial da linha de costa associada à urbanização. A erosão representa um impacto a partir do momento que afeta a linha de costa construída. A ocupação que ocorre próxima à zona entre marés não respeita o funcionamento dinâmico dos sistemas naturais, acarretando a perda de áreas de praia, de infraestrutura e de espaços construídos (DIETER, 2006 e IPCC, 2012).

---

79 Progradação: processo natural de ampliação das praias, provocados depósito de sedimentos pelo mar.

Somado à carência de informações, em geral, o planejamento da ocupação litorânea não leva em conta as orientações já existentes sobre as áreas mais sujeitas à erosão, oriundas, por exemplo, do Projeto Orla<sup>80</sup>. A não observância dessas orientações acabam permitindo uma intensa ocupação da faixa litorânea, muitas vezes, em áreas extremamente frágeis. Em geral, não há uma avaliação dos efeitos da erosão em obras de engenharia costeira ou desencadeados por elas. Há, ainda, obras que são realizadas de forma emergencial, sem estudos preliminares que avaliem sua eficácia, efeitos e possíveis consequências. O processo de planejamento da ocupação não leva em conta, ainda, as conexões entre as dinâmicas hidrográfica e costeira, permitindo alterações no uso do solo e na utilização de recursos hídricos ao longo da bacia hidrográfica, sem considerar as consequências para o balanço de sedimentos na zona costeira.

---

80 [http://www.mma.gov.br/estruturas/orla/\\_arquivos/11\\_04122008110506.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/orla/_arquivos/11_04122008110506.pdf)

O Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima ou, simplesmente, Projeto Orla é uma ação conjunta entre o Ministério do Meio Ambiente e o Ministério do Planejamento que busca o ordenamento dos espaços litorâneos sob domínio da União, aproximando as políticas ambiental e patrimonial, com ampla articulação entre as três esferas de governo e a sociedade. O instrumento balizador das diretrizes para gestão integrada da orla marítima é o Plano da Intervenção da orla, previsto no capítulo X, Decreto nº 5.300/2004, que regulamenta a Lei nº 7.661/1988.

Do ponto de vista da sensibilidade social, identifica-se a presença acentuada de populações vulneráveis em áreas de risco à inundação e, em geral, a população ainda não se encontra preparada para situações de emergência que envolvam eventos extremos costeiros. Atualmente, alguns impactos já são observados, ou são identificados como de ocorrência potencial, em consequência da elevação do nível do mar. O comprometimento de infraestruturas e propriedades litorâneas, como portos, embarcações, terminais, dutos, obras de saneamento, dentre outras, certamente causarão danos às populações costeiras, deteriorando a qualidade do saneamento e a balneabilidade, causando prejuízos para o setor de turismo, para a mobilidade urbana e para a saúde e bem-estar dessas populações. A inundação de regiões litorâneas pode colocar em risco, ainda, patrimônios culturais como sítios arqueológicos e históricos.

Do ponto de vista ambiental, a erosão de praias, manguezais, restingas e dunas expõe o ambiente natural costeiro, eliminando esta proteção natural da linha de costa. As alterações nas taxas de vazão de aporte de sedimentos nas regiões estuarinas intensificam o assoreamento ou provocam erosão, a depender do balanço do aporte. Os recifes de corais e costões rochosos mais expostos à ação de grandes ondas acabam sendo destruídos e o comprometimento desses ambientes provoca alteração nos fluxos de materiais entre continente e oceanos, com prejuízos para a biodiversidade.

### 11.2.3.2 Intrusão salina

Como os sistemas naturais são interconectados, caso ocorra elevação do nível do mar, é possível que a hidrodinâmica de regiões estuarinas e lagunares costeiras seja modificada, provocando a intrusão salina, que é caracterizada pela introdução da água salgada em um aquífero de água doce. A intrusão salina, que tende a ser agravada por períodos prolongados de estiagem, pode provocar a salinização de aquíferos, lagunas e estuários, causando potencialmente a alteração desses ambientes e, conseqüentemente, das comunidades vegetais e animais associadas.

Alterações nesses ecossistemas representam potenciais riscos às atividades humanas. A penetração da cunha salina pode salinizar, por exemplo,

águas que estão sendo captadas para abastecimento doméstico, produção industrial ou irrigação na agricultura, com enormes prejuízos para essas atividades (CASTRO et al., 2010). Assim, o abastecimento de água em cidades litorâneas, pode ficar comprometido, tanto pela própria deterioração da qualidade da água quanto por danos a estruturas físicas de saneamento. Ainda, o aumento da demanda por água potável para consumo humano pode induzir ao bombeamento excessivo (*overdraft*) das águas subterrâneas, o que pode provocar, em áreas costeiras, a intrusão de água salgada no lençol freático (mais informações sobre o impacto da MC nas cidades, ver o Capítulo de Cidades neste Plano.).

Outro impacto decorrente da intrusão salina são as alterações na produtividade e exploração de recursos associados aos ecossistemas costeiros, como alterações significativas na coleta e cultivo de crustáceos e moluscos, com possibilidade de novas espécies invasoras.

### 11.2.3.3 Comprometimento dos recursos naturais e a biodiversidade

De acordo com o Panorama da Conservação dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos no Brasil (MMA, 2012), o planejamento da conservação da biodiversidade para a Zona Costeira e Marinha não consegue, até este momento, assegurar a conectividade e proteção à diversidade de paisagens costeiras e marinhas brasileiras.

A situação da conservação dos ecossistemas marinhos é crítica; apenas 1,57% dos 3,5 milhões de quilômetros quadrados de mar sob jurisdição brasileira estão sob proteção em Unidades de Conservação (UC). Para os ecossistemas costeiros, o estudo recomenda que a prioridade seja assegurar a efetiva gestão das áreas protegidas, demandando a implementação de instrumentos de gestão na faixa costeira e nas bacias hidrográficas, de forma a minimizar impactos negativos produzidos sobre a Zona Marinha.

Os efeitos da mudança do clima sobre a biodiversidade na região costeira ocorrem em um cenário de carência de: estudos e inventários sobre a biota e os habitats costeiros; estatística pesqueira, considerando a realidade de recursos pesqueiros sobreexplorados<sup>81</sup> ou no limite de exploração<sup>82</sup>. A dinâmica interconexão entre os componentes do ambiente natural favorece os efeitos de impactos sinérgicos, fragilizando e reduzindo a resiliência dos sistemas ecológicos. Assim, processos concomitantes de intensa ocupação urbana na zona costeira, aumento da frequência de inundação pelas marés, salinização e perda de habitats por processos erosivos, dentre

---

81 Sobrexploração (ou superexploração) é entendido como uma exploração excessiva, não sustentável e, assim, trazendo consequências negativas que, cedo ou tarde, serão prejudiciais aos próprios operadores ou a terceiros.

82 Exploração - Ato ou efeito de aproveitar economicamente determinados recursos, geralmente recursos naturais.



outros, intensificam a sensibilidade e comprometem os ecossistemas costeiros. A insuficiência de programas de monitoramento dos sistemas naturais nas suas componentes funcionais e estruturais agrava o cenário.

A intensa ocupação de áreas costeiras pode interferir no processo natural de adaptação dos ecossistemas manguezais e marismas, que tendem a migrar em direção ao continente quando ameaçados por alteração nas condições naturais. Estando as zonas de migração ocupadas por instalações urbanas e industriais, ocorre a perda de tais ecossistemas e o comprometimento das comunidades naturais que deles dependem. Ainda, as alterações na estrutura e funcionamento dos ecossistemas costeiros interligados podem propiciar a proliferação de espécies invasoras, provocando alterações na fauna e flora costeiras.

Todos estes impactos sobre a biodiversidade causam perda progressiva da capacidade produtiva, com alteração da produtividade e da disponibilidade de recursos vivos para exploração, com consequências sociais e econômicas em algumas regiões, pelo comprometimento da renda familiar de populações que vivem da pesca (para saber mais sobre o tema, ver no capítulo de Biodiversidade e Ecossistemas neste Plano).

## 11.2.4 Elevação da Concentração de CO<sub>2</sub>

### a. Acidificação

O aumento da concentração de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) na atmosfera provoca maior absorção deste gás pelos oceanos, provocando sua acidificação. A acidificação reduz a capacidade de calcificação de espécies estratégicas para a resiliência de ambientes, como os recifes de coral e bancos de rodólitos<sup>83</sup>, acarretando desequilíbrio nesses ecossistemas.

A acidificação decorre da combinação do CO<sub>2</sub> com a água do mar (H<sub>2</sub>O) formando o ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sup>3</sup>). O ácido carbônico se separa em íons carbonato (CO<sup>3</sup>) e hidrogênio (H<sup>+</sup>). O nível de acidez de um líquido é medido através da quantidade de íons H<sup>+</sup> presentes. Quanto maior a quantidade de íons H<sup>+</sup> mais ácido os oceanos ficam.

83 Os bancos de rodólitos (algas calcárias) formam oásis de alta biodiversidade em ambientes marinhos de fundo arenoso. Os rodólitos são espécies bioconstrutoras, que fornecem abrigo e substrato para diversas e abundantes comunidades bentônicas. No Brasil, esses ambientes são frequentes, representando grandes “fábricas” de carbonato com um papel fundamental no ciclo biogeoquímico do carbono no Atlântico Sul. Estes organismos e ambientes estão ameaçados pela mudança do clima (principalmente a acidificação dos oceanos e o aquecimento global) e pelos estressores locais, tais como os impactos causados pela pesca e as descargas costeiras de efluentes.

A maioria dos estudos acerca dos efeitos da MC e da acidificação dos oceanos em algas calcárias relata respostas negativas não só no crescimento e na calcificação, mas também no processo de fotossíntese, espessura da parede celular, reprodução e sobrevivência das algas. Este cenário reforça a necessidade de se estabelecer uma consistente rede de trabalho para proporcionar um programa de monitoramento amplo e de longo prazo, bem como infraestrutura para avaliações experimentais de impactos locais e regionais da MC (HORTA et al., 2015).

Dentre os setores mais afetados pela acidificação dos oceanos, destacam-se: a pesca, a aquicultura, a maricultura, a extração, a biodiversidade e o turismo. Comunidades que vivem do extrativismo ou exploração de ambientes e de organismos calcificados (e.g. alguns tipos de mariscos, algas, corais, plânctons e moluscos) são especialmente sensíveis. A sensibilidade local aumenta quando associada a eventos de extremos climáticos, e outras atividades, como: exploração de óleo, gás, mineração, poluição costeira, urbanização, dentre outros.

### 11.3 Vulnerabilidade da Zona Costeira Brasileira à Mudança do Clima

Considerando os impactos relatados, verifica-se que a ZC brasileira apresenta uma baixa capacidade de adaptação à MC devido, principalmente,

a falta de infraestrutura básica associada à ocupação desordenada. Agrava este panorama, a falta de conhecimento da vulnerabilidade atual da ZC, pois há grandes lacunas de dados e estudos relacionadas ao monitoramento e pesquisa na região, tanto em relação aos aspectos bióticos e abióticos, quanto aos socioeconômicos. Novas políticas e planos vêm sendo incorporados nos últimos anos com o objetivo de melhorar a eficiência a partir de uma gestão integrada deste território. Destaca-se nesse sentido, o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), a ser apresentado no item 16.5.2.

O Quadro 20<sup>84</sup> apresenta o grau de vulnerabilidade aos efeitos da MC nas diferentes regiões da costa brasileira, baseado em prognósticos obtidos a partir de modelos climáticos globais e estudos regionais.

---

84

Baseado em NICOLodi & PETERMANN, 2010.

**Quadro 18. Grau de Vulnerabilidade das Zonas Costeiras aos efeitos da MC nas diferentes regiões brasileiras**

Região	Grau de Vulnerabilidade
Norte	A Região Norte apresentou grau de vulnerabilidade baixo, exceto para as áreas adjacentes às três grandes cidades ali existentes: Macapá (AP), Belém (PA) e São Luís (MA), onde a vulnerabilidade foi classificada como alta ou muito alta. Tal grau de vulnerabilidade deve-se a fatores de caráter físico (dinâmica costeira e geomorfologia), socioeconômico (renda média da população, carências de serviços básicos) e tecnológico (tipo de indústria, tipologia de poluição e representatividade das mesmas quanto ao número de empregados).
Nordeste	A Região Nordeste, ao contrário da Região Norte, onde apenas as regiões metropolitanas apresentam vulnerabilidade alta, demonstra uma alternância entre os cinco níveis de vulnerabilidade os quais não têm, necessariamente, relação direta com a dinâmica da população. A elevação do nível do mar poderá criar áreas de risco ou impróprias à manutenção da infraestrutura urbana na região.
Sudeste	Para a Região Sudeste, os graus de risco mais elevados estão relacionados a fenômenos potenciais de inundação em terrenos baixos na linha de costa, com adensamento populacional mais elevado que a média de ocupação para a região. As localidades com classificação de vulnerabilidade média a muito alta são: Rio Doce, Região da Grande Vitória e as áreas interiores da drenagem do Rio Paraíba do Sul. A região metropolitana do Rio de Janeiro apresenta alto grau de vulnerabilidade por abrigar um dos mais importantes polos petroquímicos do país, com a existência de uma intrincada rede de refinarias, unidades de produção de gás natural, dutovias, campos de exploração <i>offshore</i> e portos. Dos estados brasileiros, o Rio de Janeiro apresenta a mais alta relação entre população exposta aos riscos da mudança do clima e população total, com uma taxa de 78%, o que equivale a um contingente de 11.194.150 habitantes, sendo aproximadamente 5 milhões na capital (MDZCM, 2008).
Sul	A Região Sul, entre o sul do estado de Santa Catarina e o limite com o Uruguai, é considerada uma região com alto grau de vulnerabilidade decorrente da alta incidência de eventos extremos de alta magnitude, como evidenciado na ocorrência do furacão Catarina, em 2004, o qual devastou a região limítrofe entre os dois estados mais meridionais.

Os diferentes graus de vulnerabilidade tornam evidente a necessidade de melhor compreensão dos fenômenos climáticos e estratégias de adaptação a partir da incorporação de políticas de planejamento e ordenamento territorial. Tal processo deve estar pautado no monitoramento e gestão integrada da

região costeira, visando otimizar o uso de recursos públicos.

Considerando o pior cenário de elevação do nível do mar e de eventos meteorológicos extremos, a estimativa dos valores materiais em risco ao longo da costa brasileira é de R\$ 136 bilhões a

R\$ 207,5 bilhões (MARGULIS & SCHMIDT, 2010). Ainda assim, a valoração dos impactos e das respostas à MC na ZC do Brasil é bastante incerta, pois se conhece pouco sobre os eventos mais importantes como geração de ondas e maré meteorológica, relevo e morfologia da plataforma continental interna.

### 11.4 Lacunas de dados e o fomento de capacidade adaptativa

A sensibilidade da ZC no Brasil, seu grau de exposição e sua capacidade adaptativa podem ser determinados por diversos fatores que abrangem desde questões físico-estruturantes, ausência de dados e pesquisas específicas, bem como dificuldades institucionais de planejamento e gestão dos territórios costeiros.

No que se refere às questões estruturantes, pode-se dizer que as medidas de adaptação à MC na ZC do Brasil ainda são incipientes, pois existem lacunas de informações que não permitem dimensionar as vulnerabilidades da costa com maior precisão e, como mencionado anteriormente, o planejamento da ocupação litorânea ainda é falho em considerar as orientações e normas vigentes.

Com relação aos dados e pesquisas específicas, os especialistas registram a carência de bases cartográficas (náutica, topográfica e planimétrica)

atualizadas e com sistema geodésico de referência padrão, com *datum*<sup>85</sup> vertical e horizontal único para toda a extensão da zona costeira brasileira. No Brasil, o levantamento batimétrico da ZC é atribuição da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil, já o levantamento altimétrico é de responsabilidade do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da 5ª Divisão de levantamentos do Exército (V-DL). No entanto, estes levantamentos não possuem referências geodésicas comuns (horizontais e verticais), isto é, o nível zero de uma base não coincide com o nível zero da outra base de dados. Essa incompatibilidade entre as bases de dados dificulta a análise de variações do nível do mar para identificação das áreas mais vulneráveis na ZC.

Ainda não está disponível uma metodologia padronizada para o monitoramento oceanográfico contínuo e sistemático, que permita a observação dos eventos extremos pré e pós-tempestades. Também não se registram levantamentos em escala detalhada de áreas sujeitas à erosão ou retrogradação<sup>86</sup>, bem como inventários da ocupação costeira, com informações sobre os problemas e soluções aplicadas. Embora seja conhecido que as características hidrológicas e geomorfológicas influenciam o processo erosivo na ZC brasileira, a falta de conhecimento da

85 Datum em cartografia refere-se ao modelo matemático teórico da representação da superfície da Terra ao nível do mar utilizado pelos cartógrafos numa dada carta ou mapa.

86 Retrogradação – recuo da linha de costa.

dinâmica costeira (ventos, ondas, marés e sistemas fluviais) associada à imprecisão dos levantamentos altimétricos e batimétricos disponíveis não permitem distinguir os eventos de curto, médio e longo prazos.

Cabe, porém, ressaltar a relevância de programas e sistemas de coleta de dados em operação no país, que neces-

sitam ser fortalecidos e articulados em um arranjo sistêmico, além do avanço para novas funcionalidades, em especial à disponibilização e disseminação das informações coletadas (Quadro 19). Tais sistemas e programas constituem um importante ponto de partida para suprir as lacunas de dados apontadas como determinantes para identificação da vulnerabilidade da ZC no Brasil.

### Quadro 19. Principais programas e sistemas de coletas de dados sobre zona costeira e oceanos no Brasil

**GOOS:** sistema de Observação Global dos Oceanos visando a coleta, controle de qualidade, distribuição operacional de dados oceanográficos e monitoramento oceanográfico e climatológico no Atlântico Sul e Tropical.

**GOOS-Brasil:** projeto que visa o estabelecimento de um sistema estratégico permanente para o fornecimento de informação sobre o nível dos mares e o monitoramento de suas mudanças globais. Este projeto é coordenado pelo Centro Hidrográfico da Marinha (CHM), em parceria com universidades, empresas portuárias e o IBGE. Os dados das estações maregráficas estão disponíveis no site: <http://www.goosbrasil.org/gloss/dados2.php>.

**Programa Nacional de Boias (PNBOIA):** programa parte do GOOS-Brasil que consiste em uma rede de boias de deriva e fundeadas na região costeira, rastreadas por satélite, que visa fornecer dados meteorológicos e oceanográficos em tempo real para a comunidade científica e para uso pelo Serviço Meteorológico Marinho brasileiro.

**PIRATA – BRASIL:** *Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic* (PIRATA) é uma rede de observação *in situ* composta por boias fundeadas planejadas para monitorar uma série de variáveis dos processos de interação oceano-atmosfera no oceano Atlântico Tropical. O objetivo deste projeto é estudar as interações entre o oceano e a atmosfera que sejam relevantes para o entendimento das variações climáticas na região. Os coordenadores do programa PIRATA-BRASIL são o INPE e a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN).

**ReBentos:** a Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros tem como objetivo implementar uma rede integrada de estudos dos habitats bentônicos do litoral brasileiro e detectar os efeitos das mudanças ambientais regionais e globais sobre esses ambientes, dando início a uma série histórica de dados sobre a biodiversidade bentônica ao longo da costa brasileira. Vinculada à Sub-Rede Zonas Costeiras da Rede Clima do MCTI e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas (INCT-MC), esta rede está dividida em grupos de trabalhos nas seguintes áreas: Estuários, Praias, Fundos Submersos Vegetados, Recifes e Costões, Manguezais e Marismas e Educação Ambiental.

## Quadro 19 (CONTINUAÇÃO). Principais programas e sistemas de coletas de dados sobre zona costeira e oceanos no Brasil

**SiMCosta:** Aprovado em dezembro de 2011 pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Sistema de Monitoramento da Costa Brasileira tem como objetivo a estruturação e manutenção de uma rede de monitoramento em fluxo contínuo das variáveis oceânicas e meteorológicas ao longo da costa brasileira. Inicialmente, serão atendidos os estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Os dados obtidos pela rede de monitoramento serão utilizados para: 1) Estabelecer um sistema de alerta em casos de ocorrência de eventos extremos; 2) Antever os processos ligados aos efeitos climáticos, como os eventos de El Niño/La Niña; 3) Identificar tendências de longo período; 4) Mapear vulnerabilidades da zona costeira; 5) Prever impactos sobre os meios físico, biótico e socioeconômico da zona costeira; 6) Gerar cenários futuros; 7) Avaliar as alternativas de mitigação; 8) Fornecer informações para modelagens e análises de variáveis e estado dos ecossistemas costeiros; e 9) Expandir a capacidade nacional de desenvolver e administrar sistemas de observação oceanográfica.

**Sistema de Modelagem Costeira brasileiro (SMC Brasil):** trata-se de um conjunto de aplicações, bancos de dados (batimetria, ondas e níveis) e modelos numéricos estruturados de acordo com as escalas espaciais e temporais das várias dinâmicas que afetam a morfologia de uma praia. Esta ferramenta numérica permite, no campo da engenharia costeira, facilitar aos técnicos a elaboração de estudos passo a passo, usando as metodologias de trabalho propostas nos Documentos Temáticos. O objetivo é, mediante a unificação de critérios técnicos e a organização sistemática dos modelos numéricos, que os técnicos aumentem a qualidade de seus estudos e, portanto, também vejam o aumento da confiabilidade de suas decisões.

Para mensurar corretamente todas as vulnerabilidades da ZC brasileira à MC, faz-se necessário criar mecanismos que fomentem a implementação do monitoramento contínuo, a gestão integrada de pesquisas, coleta de dados e um maior destaque do tema no âmbito federal, estadual e local.

## 11.5 Estratégia de Adaptação

### 11.5.1 Diretrizes e ações para promover adaptação

Tendo em consideração o exposto, fica evidente a urgência de adoção de diretrizes e ações para promover adaptação na ZC brasileira. Apesar de diversas localidades brasileiras já disporem de algum conhecimento sobre o tema, este ainda não é suficiente para se estabelecer efetivamente medidas de adaptação aos impactos observados na ZC.



Entretanto, a expertise institucionalizada pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC)<sup>87</sup> permitiu construir uma primeira abordagem nacional de adaptação na ZC, orientada pelos critérios de cobenefício<sup>88</sup> e medidas de não arrependimento<sup>89</sup>, que considera o caráter sistêmico da adaptação para reduzir a vulnerabilidade à MC. Neste contexto, o Quadro 20 apresenta o conjunto de diretrizes e ações recomendadas para a implementação de estratégias de adaptação na ZC brasileira, no horizonte de curto, médio e longo prazos. É importante observar que, em alguns casos, existe uma relação de dependência entre as ações. Cabe ressaltar que muitas das diretrizes e ações propostas se coadunam com as ações de gerenciamento costeiro planejadas ou em execução.

---

87 <http://www.mma.gov.br/destaques/item/8644-plano-nacional-de-gerenciamento-costeiro-pngc>.

88 Cobenefício: impactos positivos associados.

89 Definição consta no glossário.

**Quadro 20. Diretrizes e ações para implementação de estratégias de adaptação na Zona Costeira Brasileira**

Impacto: Erosão, Inundação e Eventos Extremos				
Diretrizes e ações	Iniciativas	Atores envolvidos	Resultados esperados	Prazo
1. Realizar o Mapeamento Planialtimétrico da ZC	Definir um Datum único para o país (Pré-requisito: levantamento planimétrico); Promover a elaboração de levantamento planimétrico (1:1000) e altimétrico; Gerar mapas temáticos de caráter preventivo e corretivo e disponibilizar à sociedade (áreas de risco e uso e ocupação do solo); Estabelecer um sistema referenciado planimétrico (SIRGAS 2000)	ANA, CPRM, DSG-Exército, DZT-MMA, IBGE, INPE, INPH, INPOH, MD (Marinha), MCid, MCTI, Municípios, SAE-PR, Universidades e Instituições de pesquisa	Datum altimétrico para o país definido; Mapas planimétricos 1:1000 publicados (principalmente metrópoles costeiras); Mapas temáticos de áreas de risco e ocupação de uso do solo publicado (principalmente para metrópoles costeiras)	Curto e médio
2. Elaborar programa de aquisição de dados contínuos e padronizados (biótico e abiótico)	Implementar uma rede geodésica que atenda aos levantamentos topobatimétricos; Ampliar e manter uma rede maregráfica e rede de ondas; Criar, padronizar e disponibilizar um banco de dados oceanográficos (biótico e abiótico); Monitorar a biomassa através de imagens de satélite; Fomentar a ReBentos para avaliar o impacto da erosão nas comunidades bentônica ao longo da costa brasileira;	ANTAQ, CONCAR, GIGERCO-MMA, IBGE, IEMAs, INMET, INPE, INPH, INPOH, MD (Marinha), SECIRM, SEMAs, SEP-PR, SPU, MT	Banco de dados estabelecido; Densificação das referências de nível realizada; Densificação de marégrafos/ondógrafos realizada; Protocolo de aquisição de dados (ondas, marés e topobatimétricos) estabelecido; Série contínua de dados biológicos estabelecida	Curto
3. Integrar e operar sistemas de informação e dados para monitoramento	Mapear, integrar e melhorar os bancos de dados existentes; Criar protocolos de integração das bases de dados: meteorológica, pluviométrica, climatológica, fluviométrica, geológica, geomorfológica e geotécnica; Criar ou designar uma instituição depositária e coordenadora de dados meteoceanográficos	ANA, CEMADEN, CENAD, CPRM, Defesa Civil, IBGE, INMET, INPE, MD (Marinha), MCTI, MMA	Sistema nacional e georreferenciado implantado e produzindo dados para a sociedade	Longo

**Quadro 20 (CONTINUAÇÃO). Ações para implementação de estratégias de adaptação na Zona Costeira Brasileira**

<b>Impacto: Erosão, Inundação e Eventos Extremos</b>				
<b>Diretrizes e ações</b>	<b>Iniciativas</b>	<b>Atores envolvidos</b>	<b>Resultados esperados</b>	<b>Prazo</b>
<b>4.</b> Integrar instrumentos de planejamento territorial nas diferentes esferas com foco na erosão costeira	Incluir nos licenciamentos ambientais a exigência de estudos sobre vulnerabilidade à erosão e inundação; Estabelecer a cota de inundação e definir parâmetros para zona de não edificação; Promover política de fomento aos municípios/estados atrelados ao cumprimento das exigências relacionadas à erosão e inundação; Fortalecer os instrumentos de gerenciamento costeiro (GERCO)	MCid, MMA, MI, SEMAs, Secretarias Estaduais de Planejamento, Prefeituras	Marco legal da inundação/erosão estabelecido; Linha de fomento que apoie os estados e municípios estabelecida	Curto
<b>5.</b> Determinar áreas prioritárias para intervenção	Implantar um sistema de imageamento para monitoramento da bacia portuária; Mapear as áreas de risco à inundação e erosão na escala municipal; Elaborar planos de identificação de áreas biológica e ecologicamente relevantes; Apoiar os estados para ações de identificação e priorização de áreas de intervenção; Estimular a elaboração e implementação de planos municipais de acomodação, proteção, realocação e amortecimento frente à erosão, inundação e expansão urbana	ANTAQ, CPRM, MCid, MI, MMA, SPU, Estados, Municípios, Universidades e Instituições de pesquisa	Mapas de risco à inundação e erosão, em escala local, elaborados; Zoneamento das áreas para reordenamento territorial definido	Curto e médio
<b>6.</b> Estabelecer planos de contingência para a ZC	Inserir as especificidades da Zona Costeira nas estratégias de adaptação a desastres naturais; Promover diretrizes para Plano Operacional na Zona Costeira (considerando níveis de acionamento de emergência - simples, médio e complexo); Criar arranjo institucional (Grupo de Monitoramento e Avaliação; Comitê de Suporte); Elaborar planos nas esferas estaduais e municipais	MMA, MD (Exército, Marinha e Aeronáutica), MS, Secretarias e Agências, Defesa Civil, MI, MMA, MS, Estados, Municípios	Plano de contingência considerando as especificidades da ZC acionado e operacional	Curto

**Quadro 20 (CONTINUAÇÃO). Ações para implementação de estratégias de adaptação na Zona Costeira Brasileira**

Impacto: Intrusão salina				
Diretrizes e ações	Iniciativas	Atores envolvidos	Resultados esperados	Prazo
7. Aperfeiçoar a integração entre a gestão costeira e a gestão de bacias	Implementar o programa IX do PNRH, com vistas ao estabelecimento de diretrizes para elaboração dos planos estaduais de Recursos Hídricos e planos de bacias costeiras; Identificar linhas de financiamento para elaborar e implementar planos de bacias costeiras; Garantir que os planos considerem ampla participação social na elaboração, em especial, de pequenos produtores; Garantia de vazão regularizada; Preferência para sistemas coletivos de abastecimento	Comitê de Bacias, Colegiado Costeiro, Órgão Gestor Costeiro, Órgão Gestor de Recursos Hídricos	Diretrizes para integração entre a gestão costeira e gestão de bacias estabelecidas	Curto e médio
8. Gerar conhecimento para diagnósticos, monitoramento e previsão do impacto e resposta	Monitorar os sistemas naturais em relação à resposta à elevação do nível do mar (Pré-requisito: Ação 1); Incentivar e fomentar a elaboração de estudos, inventário de biota e habitats, estatística pesqueira e previsão de cenários; Capacitar continuamente os profissionais que atuam na gestão costeira	CEPENE, CEPENOR, CEPESUL, CNPq, DHN, FAPs, FINEP, Fundação CIDE, IBGE, INPH, MCTI, MMA, MPA, OMMAs, ONGs, Petrobrás, Rede de Portos, SECIRM, SEMAs, Universidades e Instituições de pesquisa	Sítios de monitoramento englobando diferentes habitats e com representatividade ao longo da costa estabelecidos e acompanhados, Profissionais capacitados	Curto

**Quadro 20 (CONTINUAÇÃO). Ações para implementação de estratégias de adaptação na Zona Costeira Brasileira**

Impacto: Comprometimento dos recursos naturais e biodiversidade				
Diretrizes e ações	Iniciativas	Atores envolvidos	Resultados esperados	Prazo
9. Integrar políticas públicas para incrementar ações de caráter preventivo e corretivo	Elaborar Relatório de Qualidade Ambiental da ZC (RQA-ZC); Realizar estudos científicos que contemplem a recuperação e proteção dos ecossistemas costeiros; Elaborar e executar planos para recuperação e proteção dos ecossistemas costeiros; Integrar o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) com os instrumentos de gestão costeira	ANA, IBAMA, ICMBio, MMA, MPA, OMMAs, ONGs, SEMAs, SPU, Universidades e Instituições de pesquisa e capacitação técnica com outros países, sociedade civil e legislativo (3 esferas)	RQA - ZC elaborado de forma abrangente e periódico; Estudos científicos realizados; UCs na ZC criadas e implementadas e em consonância com os instrumentos da gestão costeira	Curto
10. Inserir a lente climática no Gerenciamento Costeiro	Internalizar aspectos relacionados à elevação do nível do mar (ENM) nos instrumentos de gestão e fomento da ZC; Elaborar, implementar ou readequar planos de uso e ocupação do solo; Realizar a gestão do espaço costeiro considerando a necessidade de adaptação dos ecossistemas costeiros	ANA, IBAMA, ICMBio, CPRM, Defesa Civil, DEMA, GI-GERCO-MMA, IBGE, Legislativo (3 esferas), MD (Marinha), MCid, MI, MPA, OMMAs, SEMAs, SPU, Comunidades costeiras e Sociedade civil, Municípios, Órgãos de financiamento público e privado, Secretaria de Obras, Secretaria de Urbanismo, Universidades	Processos/ instrumentos/ políticas públicas que efetivamente incorporaram aspectos relacionados à ENM e seus impactos elaborados; Planos de Uso e Ocupação do Solo elaborados, implementados e/ou readequados, utilizando informação e aspectos relacionados às ENMs	Curto e médio

**Quadro 20 (CONTINUAÇÃO). Ações para implementação de estratégias de adaptação na Zona Costeira Brasileira**

Impacto: Acidificação				
Diretrizes e ações	Iniciativas	Atores envolvidos	Resultados esperados	Prazo
<b>11.</b> Gerar conhecimento	<p>Levantar o estado da arte da acidificação (físico, químico e biológico);</p> <p>Selecionar prioridade de áreas específicas para fomento;</p> <p>Estabelecer uma rede de infraestrutura para monitoramento do teor de carbono no sedimento e na água, e parâmetros biológicos (desempenho de corais e algas, floração de marés vermelhas e saúde);</p> <p>Estabelecer estrutura de uso compartilhado que atenda às demandas geradas pelo monitoramento e previsões locais e regionais;</p> <p>Criar e manter banco de dados</p>	<p>INPE, INPH, INPOH, MCTI, MEC, MMA, MPA, ONGs, Estados, Municípios, Universidades</p>	<p>Rede de monitoramento e experimentação estabelecida;</p> <p>Mapa das prioridades (ambientes e espécies) na costa brasileira elaborada;</p> <p>Banco de dados estabelecido</p>	Curto
<b>12.</b> Promover a Conservação e o manejo dos sumidouros de CO <sub>2</sub>	<p>Macrozonear os ambientes e ecossistemas sumidouros de CO<sub>2</sub> no litoral brasileiro (levantamento e coleta de dados se necessário);</p> <p>Selecionar áreas prioritárias (critérios geopolíticos e biogeográficos);</p> <p>Promover consulta para a construção de um plano de ação;</p> <p>Construir arranjos institucionais adequados;</p> <p>Captar recursos e executar o plano de ação;</p> <p>Monitorar a efetividade das ações;</p> <p>Avaliar o plano de ação e propor novas ações</p>	<p>BrOA, ICMBio, INCTs, INPOH, MCTI, MDA, MDIC, MMA, MPA, ONGs, Municípios, Universidades</p>	<p>Mapa das áreas prioritárias elaborado;</p> <p>Mapa de prioridades elaborado;</p> <p>Rede de monitoramento dos teores de CO<sub>2</sub> (biogeoquímicos) sequestrados pelo sistema estabelecido</p>	<p>Ações de 1 a 5: curto</p> <p>Ações de 6 a 7: médio e longo</p>



Tendo em consideração o processo e o esforço necessários para a elaboração de estratégias de adaptação na ZC brasileira, tem-se as seguintes metas para os próximos quatro anos:

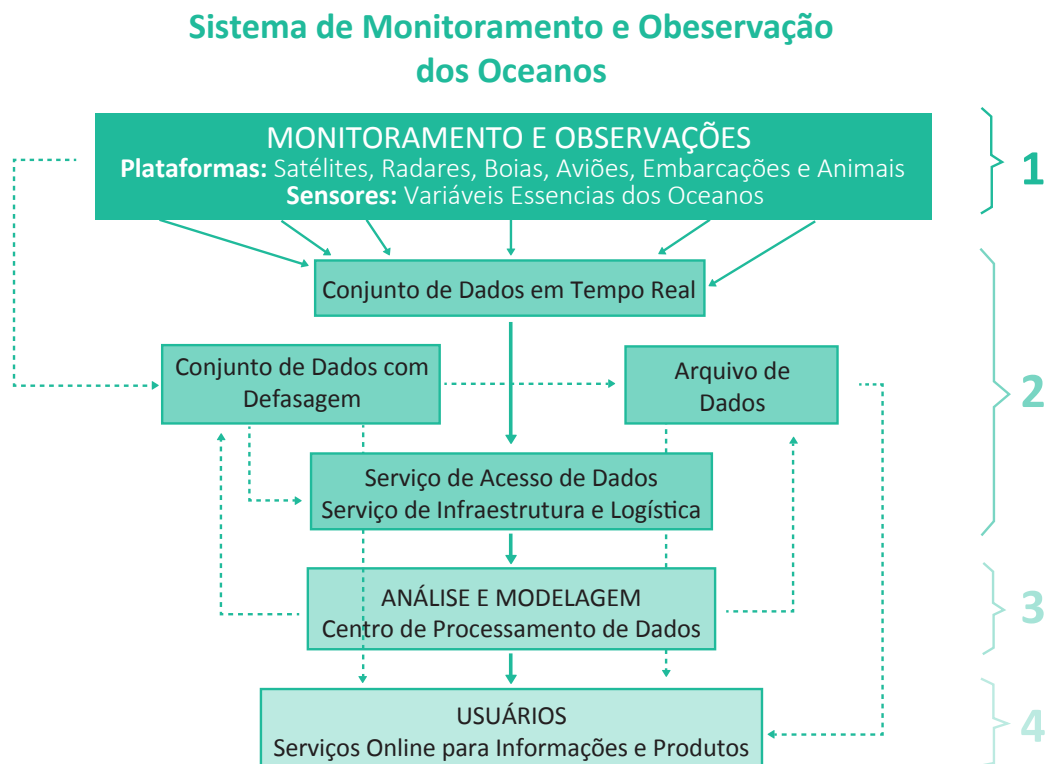
Objetivo 3. Identificar e propor medidas de adaptação prioritárias para redução do risco climático	Estratégia Setorial e Temática: Zona Costeira		
	Meta 3.13	Iniciativas	Responsável
	Núcleos de Referência para o Gerenciamento Costeiro estabelecidos, formando e organizando informações e ferramentas para modelagem dos riscos climáticos e geração de repostas qualificadas na Zona Costeira.	<p>Estabelecimento de 4 Núcleos de Referência para o Gerenciamento Costeiro;</p> <p>Qualificação e disponibilização dos instrumentos e ferramentas de modelagem e plataforma de gestão de conhecimento para adaptação da Zona Costeira;</p> <p>Capacitação de atores governamentais e não governamentais para implementação de ações de adaptação.</p>	MMA
	Indicador/ Monitoramento:	<p>Número de Núcleos instalados;</p> <p>Número de gestores capacitados;</p> <p>Porcentagem do sistema de gestão do conhecimento disponibilizado ao público.</p>	
	Impacto:	<p>Núcleos de Referência criados trabalhando modelagens de análise de impactos de riscos climáticos para geração de repostas qualificadas na gestão de políticas públicas e no processo de tomada de decisão pelo governo, sociedade e setor privado;</p> <p>Promove a coordenação e cooperação entre órgãos públicos para gestão do risco climático;</p> <p>Implementa o monitoramento e avaliação das medidas de adaptação, visando a melhoria contínua das ações para a gestão do risco climático;</p> <p>Promove e dissemina conhecimento para inserção da lente climática na metodologia do Projeto Orla com valorização de ações de adaptação baseadas em ecossistemas.</p>	

**Objetivo 3. Identificar e propor medidas de adaptação prioritárias para redução do risco climático**

<b>Estratégia Setorial e Temática: Zona Costeira</b>		
<b>Meta 3.14</b>	<b>Iniciativas</b>	<b>Responsável</b>
Estratégia para compatibilizar a altimetria continental com batimetria marinha (AltBat) elaborada e com recursos definidos para sua execução.	Estabelecer plano de trabalho com metodologia, custo e estudos-pilotos de compatibilização de altimetria e batimetria com medidas e diretrizes para prevenção dos efeitos de erosão e inundação;	IBGE (CONCAR) e MMA
	Elaborar estratégia, com ações de curto e médio prazos, para implementação de metodologia e sistemas de compatibilização de altimetria e batimetria;	
	Elaboração de normativo para implementação da estratégia (estrutura de governança e orçamento);	
	Implementação dos projetos-piloto nas áreas prioritárias.	
Indicador/ Monitoramento:	Porcentagem do plano de trabalho concluído;	
	Porcentagem da estratégia apresentada;	
	Projeto-piloto firmado (sem execução);	
	Minuta de normativo apresentada.	
Impacto:	Qualificação da informação para estudos e projetos de áreas portuária, costeira, petrolífera, navegação e ocupação costeira;	
	Permite avaliação de seguros de obras e empreendimentos na Zona Costeira, cujo potencial de risco é avaliado em R\$136 bilhões.	
<b>Meta 3.15</b>	<b>Iniciativas</b>	<b>Responsável</b>
Macrodiagnóstico da Zona Costeira (Macro-ZC) revisado, considerando a vulnerabilidade relacionada à mudança do clima.	Base de dados para revisar o Macrodiagnóstico da Zona Costeira organizada a partir da integração das dimensões ambiental, econômica, social e cultural;	MMA
	Termo de referência para revisão do Macrodiagnóstico da Zona Costeira elaborado e validado por um conjunto de especialistas (pesquisadores e gestores costeiros);	
	Publicação Macro-ZC realizada e difundida; e gestores, pesquisadores e sociedade civil capacitados.	
Indicador/ Monitoramento:	Porcentagem do plano de trabalho concluído;	
	Publicação elaborada e divulgada;	
	Número de gestores, pesquisadores e pessoal da sociedade civil capacitados.	
Impacto:	Promove subsídios para gestão da Zona Costeira em diferentes escalas que possam orientar políticas públicas e setoriais, bem como ações de intervenção que apoiem a adaptação à mudança do clima.	

Adicionalmente às diretrizes, ações e metas já apresentadas, recomenda-se, também, realizar estudos para as regiões metropolitanas costeiras contemplando os aspectos sócioeconômicos, ambientais e de infraestrutura (urbana, sanitária, de transportes etc.) e suas inter-relações, considerando a lente climática. As observações devem ser implementadas a partir de variáveis essenciais que possam ser medidas e processadas de forma integrada, a exemplo do Sistema Integrado de Monitoramento e Observação

Sustentada dos Oceanos, apresentado na Figura 20. Dessa forma, reforça-se neste Plano a necessidade de priorização de um monitoramento sistemático e contínuo. Também é necessário avançar em estudos que considerem a conectividade entre a diversidade de paisagens costeiras e marinhas brasileiras e suas funções ecossistêmicas.



**Figura 29 - Sistema Integrado de Monitoramento e Observação Sustentado dos Oceanos (UNESCO, GOOS 193, 2012)**

Cabe ressaltar a necessidade de fomentar medidas de Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE), na qual os serviços ecossistêmicos e da biodiversidade são usados como parte de uma estratégia de adaptação mais ampla para auxiliar as pessoas e as comunidades a se adaptarem aos efeitos negativos da mudança do clima em nível local, nacional, regional e global (TRAVERS et al., 2012). Ambientes saudáveis desempenham um importante papel na proteção da infraestrutura e na ampliação da segurança humana, agindo como barreiras naturais e mitigando os impactos dos eventos extremos. Ao longo da costa, as zonas úmidas, planícies de maré, deltas e estuários funcionam como zonas de amortecimento, minimizando os efeitos de inundações. Recifes de coral, dunas, restingas, manguezais e áreas alagáveis reduzem a altura das ondas e a erosão ocasionadas por tempestades e marés altas enquanto protegem contra a intrusão de água salgada, sedimentos e matéria orgânica. Estes ecossistemas são reconhecidos, ainda, por seu papel no suporte a uma grande diversidade de fauna e flora. Além de adaptação à MC, a gestão de ecossistemas costeiros pode contribuir para mitigação à MC através da redução das emissões e aumento do sequestro de carbono, principalmente por manguezais, marismas e algas marinhas (mais sobre o tema no capítulo de Biodiversidade e Ecossistemas).

### 11.5.2 Arranjo institucional para uma Estratégia de Adaptação

O MMA exerce a função de coordenador nacional do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), sendo apoiado, neste processo, pelo Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO), no âmbito da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM). Este grupo foi criado com objetivo de colaborar com o MMA na promoção e articulação das ações federais incidentes na Zona Costeira, a partir da estruturação de Planos de Ação Federal (PAFs). Para a plena implementação do PNGC é necessária, ainda, uma forte articulação federativa com os 17 estados e os quase 400 municípios costeiros. Portanto, a estratégia de Adaptação na ZC será coordenada e monitorada pelo MMA, com o apoio do arranjo institucional do PNGC.

Destacam-se, no PNGC, os instrumentos para o enfrentamento das questões relacionadas à MC, em especial o Plano de Gestão Integrada da Orla, o Macrodiagnóstico da Zona Costeira e o Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Costeira. Outra potencial estratégia é a atuação em rede para gestão costeira brasileira, que obedece ao pacto federativo, com instância de coordenação Federal, articulada com as coordenações estaduais de gerenciamento costeiro e no nível municipal, pelos comitês locais do Projeto Orla. O Projeto Orla atua em nível local e tem como objetivo a gestão

compartilhada da orla marítima, que incorpora normas ambientais e urbanas na política de regulamentação e tomada de decisões relacionadas aos usos dos terrenos e acrescidos de marinha. Dentre os temas mais importantes para adaptação que são tratados no Projeto ORLA destacam-se aqueles relacionados à elevação do nível do mar e a erosão costeira, os quais podem induzir a necessidade de manejar e até de realocar as comunidades que habitam estas áreas.

### 11.5.3 Sinergias com outros setores

Pensar em Adaptação à Mudança do Clima é entender a necessidade de olhar para o ambiente de forma sinérgica, planejando ações integradas de modo a aumentar a capacidade adaptativa não somente de um recorte, mas também daqueles sob sua influência direta ou indireta.

A estratégia para ZC, por seu caráter territorial, relaciona-se de forma transversal com os demais setores apresentados neste Plano. A sinergia entre os setores remete a necessidade de integração no momento da implementação das políticas setoriais para a adaptação. Nesse sentido, propõe-se o amplo diálogo entre os gestores, nas diferentes esferas de governo, que oportunize a delegação de funções e a compatibilização dos esforços de gestão entre as esferas intersetoriais na escala local, regional e federal. A seguir, exemplos que demonstram essas

conexões nos diferentes recortes: 1) o setor de agricultura pode ser afetado pela intrusão salina na ZC, comprometendo o acesso aos recursos hídricos de qualidade, fato este, que interfere na segurança alimentar; 2) por sua vez, a escassez da água de qualidade influencia na saúde e na sustentabilidade da biodiversidade e dos ecossistemas, deteriorando a capacidade adaptativa de populações mais sensíveis como pescadores artesanais, coletores e extrativistas; e 3) a erosão costeira pode comprometer a infraestrutura portuária, danificar equipamentos de indústrias, assim como comprometer as edificações em áreas de cordões de dunas (cidades), levando à necessidade de altos investimentos públicos em ações estruturantes de gestão de risco de desastres.

Portanto, faz-se necessária uma gestão transversal e integrada entre ministérios, entes federativos e a sociedade civil, a fim de equacionar a questão da adaptação à MC na ZC.

### 11.6 Considerações finais

Diante do exposto, considera-se que a existência de lacunas de conhecimento sobre a ZC brasileira e as implicações nos diferentes setores deste Plano contribuem para aumentar a vulnerabilidade do país à MC. Somente a partir de ações que promovam o preenchimento dessas lacunas será possível vislumbrar diagnósticos de vulnerabilidade da inter-

face mar-terra do litoral brasileiro. Enfatiza-se que estas são ações de não arrependimento e sua adoção reveste-se de caráter de urgência, em paralelo às medidas de prevenção.

A presente estratégia para a ZC, possui um caráter mais estruturante, e, portanto, a sua implementação, exigirá um esforço conjunto de governo, nas suas diferentes esferas, do setor produtivo e da sociedade, para que possa ser executada. Pretende-se, também, fortalecer as ações de gerenciamento costeiro, com inclusão da lente climática nos seus instrumentos de gestão e preparando a sociedade para uma participação cidadã, que promova a resiliência local necessária para prevenção e resposta aos desafios apresentados.



<b>Coordenação: Ministério do Meio Ambiente</b>	<p><b>Karen Silverwood-Cope</b> Diretora de Licenciamento e Avaliação Ambiental da Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQ)</p> <p><b>Pedro Christ</b> Diretor Substituto de Licenciamento e Avaliação Ambiental da Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQ)</p> <p><b>Adalberto Eberhard</b> Diretor do Departamento de Zoneamento Territorial (DZT)</p> <p><b>Márcia Oliveira</b> Gerente de Gerenciamento Costeiro</p>
---	---

<b>Autores</b>	<p>Márcia Oliveira- MMA Leila Affonso Swerts- MMA Flávia Cabral Pereira- MMA Adriana Brito da Silva- MMA Angelita Coelho- MMA Nathan Debortoli- Consultor</p>
----------------	---

<b>Colaboradores da Força-tarefa Zona Costeira</b>
--

Colaboradores	Instituição	Colaboradores	Instituição
Adalberto Eberhard	MMA/SRHU	Leila Menezes	SAE/PR
Adelias Bastos	MMA/DZT	Leila Swerts	MMA/DZT
Alessandro Ramalho	ANTAQ	Lidriana de Souza Pinheiro	UFC
Alexander Turra	USP	Luis Fernando Magnani	MPOG/SPI
Ana Paula Prates	SAE/PR	Marcos Maia Porto	ANTAQ
Ana Secchi	MF/SPE	Maria Cristina B. Lobianco	IBGE
Andrei Polejack	MCTI	Maria Luiza Almeida Gusmão	ANTAQ
Antônio Edson Farias	MME/SPG	Mariana Egler	MMA/SMCQ
Antonio Klein	UFSC	Mário Luiz Gomes Soares	UERJ
Bruno Eustaquio de Carvalho	SAE/PR	Nívia Regis di Maio Pereira	UERJ
Carlos. Caruso	UFBA	Paula Benatti	CNI
Carlos Garcia	FURG	Paulo Gusmão	UFRJ
Christina Elizabeth Paes de Vasconcelos	MME/SPG	Paulo Horta	UFSC
Cláudio Neves	COPPE/UFRJ	Paulo Rosman	COPPE/UFRJ
Claudio Egler	UERJ	Pedro Pereira	UFPE
Dieter Muehe	UFRJ	Percy Soares Neto	CNI
Eduardo Nobre	MDIC	Roberto Luz	IBGE
Flávia Cabral Pereira	MMA/DZT	Salomão Soares	IBGE
Gustavo Luedemann	MCTI/SEPED	Salomar Mafaldo Junior	MMA/DZT
Helenice Vital	UFRN	Simone Vendruscolo	ANA
Hélvio Polito	SEMA/PE	Teresa Cristina Cavalcante Soares	Marinha do Brasil
Joao Nicolodi	FURG	Venerando Amaro	UFRN
Jose H Muelbert	FURG	Wilson Cabral de Sousa Jr	ITA
José Maria Landim Dominguez	UFRGS	Yvens Ely Martins Cordeiro	SEMA/PA

## Referência Bibliográfica



**Plano Nacional de Adaptação  
à Mudança do Clima**

# Referência Bibliográfica

## Estratégia de Agricultura

ASSAD, E. et al., (2013) Impactos das Mudanças Climáticas na Produção Agrícola Brasileira. Banco Mundial.

BEDDINGTON J, et al., (2012). Achieving food security in the face of climate change: Final Report from the Commission on Sustainable Agriculture and Climate Change. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Copenhagen, Denmark.

BEILIN, R.; SYSAK, T. & HILL, S. (2012). Farmers and perverse outcomes: the quest for food and energy security, emissions reductions and climate adaptation. *Global Environmental Change* 22, pp. 463-471.

BRASIL (2012). Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. Brasília: MAPA/ACS

BRASIL (2015). Brasil 2040 – Resumo Executivo – Secretaria de Assuntos Estratégicos/Presidência da República, 172 p.

BRASIL (2015b). Plano Nacional de Exportações 2015-2018. MDIC/Governo Federal

Centro de Estudos em Sustentabilidade (GVces) (2014) Produto 2.0.1: diagnóstico preliminar das principais informações sobre projeções climáticas e socioeconômicas, impactos e vulnerabilidades disponíveis em trabalhos e projetos dos atores mapeados (relatório de consultoria MMA).

DECONTO, J.G (coord) (2008). Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil. Embrapa/Unicamp. <https://www.agritempo.gov.br/climaeagricultura/download.html>

FAO (2012). The State of Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

Foresight. The Future of Food and Farming (2011). Final Project Report. The Government Office for Science. London.

GHINI, R.; HAMADA, E. & BETTIOL, W (eds.) (2011). Impactos das mudanças climáticas sobre doenças de importantes culturas no Brasil. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 356 p.

HOFFMANN, U. (2011). Assuring food security in developing countries under the challenges of climate change: key trade and development issues of a fundamental transformation of agriculture. UNCTAD/OSG/DP/2011/1

IGNACIUK, A. and D. Mason-D’Croz (2014). “Modelling Adaptation to

Climate Change in Agriculture”, OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, N° 70, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/5jxrcljnbxq-en>

IPCC (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Summaries, Frequently Asked Questions, and Cross-Chapter Boxes. A Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 190 pp.

MARQUES, A.C.; SILVA, J.C.B.V.; HANISCH, A.L. (2013). Mudanças Climáticas: impactos, riscos e vulnerabilidades na agricultura. *Revistas de Estudos Vale do Iguaçu*, Jan/Jun 2013, v. 1, n° 21, p.93-116.

MOORHEAD, A. (2009). Climate, agriculture and food security: A strategy for change. Alliance of the CGIAR Centers.

NAKAI, A.M, et al., (LMA/CNPTIA; Embrapa) (2015). Análise de vulnerabilidades econômicas das principais culturas brasileiras (produto 6). Relatório Final Adaptação à Mudança do Clima: Cenários e Alternativas – Agricultura (Projeto Brasil 2040 SAE/PR).

VERMEULEN, Sonja J. et al., (2013). Addressing uncertainty in adaptation planning for agriculture *PNAS* | May 21, 2013 | vol. 110 | n°. 21 | 8357–8362

## Estratégia de Biodiversidade e Ecossistemas

ALEIXO, A. et al., (2010) Mudanças climáticas e a biodiversidade dos biomas brasileiros: passado, presente e futuro. *Natureza & Conservação*, v. 8, n. 2, p. 194–196. Acesso em: 20/09/2014.

BEAUMONT, L. J. et al., (2015). Impacts of climate change on the world’s most exceptional ecoregions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 108, n. 6, p. 2306–2311. Acesso em: 2/03/2015.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. (2006). *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing, Oxford.

BEISIEGEL, B. DE M. (2009). Inventário e diagnóstico da mastofauna terrestre e semi-aquática de médio e grande portes da Estação Ecológica da Terra do Meio e do Parque Nacional da Serra do Pardo, PA. Relatório de Pesquisa. Atibaia (SP): Centro Nacional de Pesquisas e Conservação dos Mamíferos Carnívoros - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2009.

BRASIL, 2011. Ministério do Meio Ambiente. Quarto Relatório Nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica. Série Biodiversidade n° 38.

BRASIL, 2006. Ministério do Meio Ambiente. Lewinsohn, T., Coordenador. Avaliação do Estado do Conhecimento da Biodiversidade Brasileira, V. 1 e 2. Série Biodiversidade n° 15.



- BRASIL/MMA (1992). Convenção sobre Diversidade Biológica- CDB/Cópia do Decreto Legislativo nº. 2, de 5 de junho de 1992. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente.
- CLOSEL, M. B.; KOHLSDORF, T. (2012). Mudanças climáticas e fossorialidade: implicações para a herpetofauna subterrânea. *Revista da Biologia*, v. 8, p. 19–24, 2012. Acesso em: 22/02/2015.
- FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO (2015). Adaptação Baseada em Ecossistemas: Oportunidades para políticas públicas em mudanças climáticas. Curitiba, PR.
- HARLEY, C. D. (2011). Climate change, keystone predation, and biodiversity loss. *Science*, v. 334, nº 6059, p. 1124–1127. Acesso em: 24/02/2015.
- HILLERISLAMBERS, J. et al., (2013). How will biotic interactions influence climate change-induced range shifts? *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 1297, nº 1, p. 112–125. Acesso em: 23/02/2015.
- IPCC. Summary for Policymakers. In: FIELD, C. B. et al., (Org.). (2014). *Climate change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK e New York, NY: Cambridge University Press. p. 1–32.
- IPCC (2007). Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. PARRY, M.L.; CANZIANI, O.F.; PALUTIKOF, J.P.; VAN DER LINDEN, P.J.; HANSON, C.E. (eds.) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC (2001). Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. MCCARTHY, J. J.; CANZIANI, O. F.; LEARY, N. A.; DOKKEN D. J. ; WHITE K. S. (eds.)
- LEÃO, Z.; KIKUCHI, R. K. P. DE; OLIVEIRA, M. DE D. M. DE. (2008a). Branqueamento de corais nos recifes da Bahia e sua relação com eventos de anomalias térmicas nas águas superficiais do oceano. *Biota Neotropica*, v. 8, n. 3, p. 69–82. Acesso em: 13/03/2015.
- LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P. DE; OLIVEIRA, M. DE D. M. DE. Coral bleaching in Bahia reefs and its relation with sea surface temperature anomalies. *Biota Neotropica*, v. 8, n. 3, p. 0–0. Acesso em: 13/03/2015.
- MARENGO, J. (2007) Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente.
- MARINI, M. Â.; BARBET-MASSIN, M.; LOPES, L. E. et al., (2010a). Predicting the occurrence of rare Brazilian birds with species distribution models. *Journal of Ornithology*, v. 151, n. 4, p. 857–866. Acesso em: 24/02/2015.

- MARINI, M. Â.; BARBET-MASSIN, M.; MARTINEZ, J. et al., (2010b). Applying ecological niche modelling to plan conservation actions for the Red-spectacled Amazon (Amazona pretrei). *Biological Conservation*, v. 143, nº 1, p. 102–112. Acesso em: 2/02/2015.
- MARINI, M. Â. et al., (2009a). Major current and future gaps of Brazilian reserves to protect Neotropical savanna birds. *Biological Conservation*, v. 142, nº 12, p. 3039–3050. Acesso em: 2/02/2015.
- MARINI, M. Â. et al., (2009b). Predicted Climate-Driven Bird Distribution Changes and Forecasted Conservation Conflicts in a Neotropical Savanna. *Conservation Biology*, v. 23, nº 6, p. 1558–1567. Acesso em: 24/02/2015.
- MEA (2005). *Millenium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC. 2005
- PARMENSAN, C. (2006). Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 37, nº 1, p. 637–669. Acesso em: 21/02/2015.
- Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) (2013). *Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Sumário Executivo do GT2*. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil. 28 p. ISBN: 978-85-285-0208-4.
- SILVA BEZERRA, D. DA; AMARAL, S.; KAMPEL, M. Impactos da elevação do nível médio do mar sobre o ecossistema manguezal: a contribuição do sensoriamento remoto e modelos computacionais. *Ciência e Natura*, v. 35, nº 2, p. 152–162. Acesso em: 22/02/2015.
- SHELDON, K. S.; YANG, S.; TEWKSBURY, J. J. (2011). Climate change and community disassembly: impacts of warming on tropical and temperate montane community structure. *Ecology Letters*, v. 14, nº 12, p. 1191–1200. Acesso em: 23/02/2015.
- VALE, M. M.; ALVES, M. A. S.; LORINI, M. L. (2009). Mudanças Climáticas: desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade brasileira. *Oecologia Australis*, v. 13, nº 3, p. 518–534. Acesso em: 22/02/2015.
- VIEIRA, T. B.; MENDES, P.; OPREA, M. (2012). Priority areas for bat conservation in the state of Espírito Santo, southeastern Brazil. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 7, nº 2, p. 88–96. Acesso em: 22/02/2015.

### Estratégia de Cidades

BAPTISTA, M. E. N. NASCIMENTO, (2002). Aspectos institucionais e de financiamento dos sistemas de drenagem urbana. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 7 (1), 29-49.

BERTONI, J.C. (2006). Urban floods in Latin America: reflections on the role of risk factors. In: TCHIGUIRINSKAIA, I; 2 THEIN KNN., HUBERT P (eds.). *Frontiers in Flood Research*, IAHS PUBLICATION, 305, 123-141.



- BRASIL. Lei nº. 10.257, de 10 de julho de 2001 (Estatuto da Cidade). Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm) Acesso em: março de 2015.
- BRASIL. Lei nº 13.089, de 12 de Janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole). Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2015/Lei/L13089.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13089.htm) Acesso em: abril de 2015.
- CCST/INPE E NEPO/UNICAMP. Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas. São Paulo, p. 185. 2011.
- COLTEN, C.E., 2006: Vulnerability and place: Flat land and uneven risk in New Orleans. *American Anthropologist*, 31 108 (4), 731-734
- DAEE, 2009: Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê. Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) do Governo de São Paulo, São Paulo, SP.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. 2012: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation (SREX). A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.
- NASCIMENTO, N. et al., 2006: Long term uncertainties and potential risks to urban waters in Belo Horizonte. SWITCH Project. First SWITCH Scientific Meeting, University of Birmingham, UK, 9-10 Jan 2006.
- MARENGO, J.A., 2009: Impactos de extremos relacionados com o tempo e o clima – Impactos sociais e econômicos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Ciências do Sistema Terrestre, São Paulo, Brasil. Boletim do Grupo de Pesquisa em Mudanças Climáticas (GPMC), 8(Edição especial), 1-5.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES; ALIANÇA DAS CIDADES (2010) - O Estatuto da Cidade : comentado. Organizadores Celso Santos Carvalho, Ana Claudia Rossbach. – São Paulo. 120 p.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES (2011) - Os planos diretores municipais pós-estatuto da cidade: balanço crítico e perspectivas / Orlando Alves dos Santos Junior, Daniel Todtmann Montandon (orgs.). – Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Cidades: IPPUR/UFRJ.
- Montandon (orgs.). – Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Cidades: IPPUR/UFRJ.
- Nathan, F., 2008: Risk perception, risk management and vulnerability to landslides in the hill slopes in the city of 39 La Paz, Bolivia. *Disasters*, 32 (3), 337-35

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (PBMC) – PBMC, 2014: Base científica das mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [Ambrizzi, T., Araujo, M. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 464 pp. ISBN: 978-85-285-0207-7

PMSP, 1999a: Atlas ambiental da cidade de São Paulo. Prefeitura do Município de São Paulo, Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente (SVMA) e Secretaria Municipal de Planejamento Urbano (Sempla). Revisado em 2000. Disponível em <http://atlasambiental.prefeitura.sp.gov.br/?id=1>.

SATTERTHWAITE, D. Climate change and urbanization: effects and implications for urban governance. New York: United Nations Expert Group Meeting on Population Distribution, Urbanization, Internal Migration and Development, UN/POP/EGMURB/2008/16, 2008.

OLIVEIRA, Nathan Belcavellode; MOREIRA, Fabiana Borges da Silva. Da elaboração participativa à gestão democrática: considerações sobre a implementação do plano diretor municipal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DIREITO URBANÍSTICO, 4., 2006, São Paulo. Anais do VI Congresso Brasileiro de Direito Urbanístico. São Paulo: IBDU, 2006. 1 CD-ROM. Disponível em: <[www.ibdu.org.br/](http://www.ibdu.org.br/)> Acesso em: abr. 2015.

UN-HABITAT (2003), The Challenge of Slums. Global report on human settlements 2003, Earthscan, London.

UTZINGER J, KEISER J (2006) Urbanization and tropical health—then and now. *Ann Trop Med Parasitol* 100: 517–533.

WORLD BANK. 2009. Can adapting to climate change also meet development goals in cities in developing countries?. CIVIS notes series; CIVIS series for sharing knowledge and learning from cities ; no. 2. Washington DC : World Bank

ZAHARAN S., S.D. Brody, W.G. Peacock, A. Vedlitz, and H. Grover, 2008: Social vulnerability and the natural and 30 built environment: a model of flood casualties in Texas. *Disasters*, 32 (4), 537-560

XIAOPEI, Y. et al., 2006: Urbanization research in China: many opportunities and challenges. IHDP Update. International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change (IHDP), Bonn, Germany

### **Estratégia de Gestão de Riscos e Desastres**

ANA – Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) (2005) Nota Técnica 390/2005/SOC- Análise do pedido de outorga de direito de uso de recursos hídricos para o Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil. SINPDEC e o Conselho

Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPEDEC: Diário Oficial da União, Brasília.

CARDONA, O.D., 2011: Disaster risk and vulnerability: Notions and measurement of human and environmental insecurity. In: Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security – Threats, Challenges, Vulnerabilities and Risks [Brauch, H.G., U. Oswald Spring, C. Mesjasz, J. Grin, P. Kameri-Mbote, B. Chourou, P. Dunay, J. Birkmann]. Springer Verlag, Berlin, Germany, pp. 107- 122.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. 2002: Extreme precipitation events in southeastern South America and large-scale convective patterns in the South Atlantic convergence zone. *Journal of Climate*, 15, 2377–2394. CHRISTENSEN, J.H., K. KRISHNA KUMAR, E. ALDRIAN, S.-I. AN, I.F.A. CAVALCANTI, M. DE CASTRO, W. DONG, P. GOSWAMI, A. HALL, J.K. KANYANGA, A. KITOH, J. KOSSIN, N.-C. LAU, J. RENWICK, D.B. STEPHENSON, S.-P. XIE AND T. ZHOU, 2013: Climate Phenomena and their Relevance for Future Regional Climate Change. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

ICSU-LAC, 2010a: Science for a better life: Developing regional scientific programs

in priority areas for Latin America and the Caribbean. Vol 2, Understanding and Managing Risk Associated with Natural Hazards: An Integrated Scientific Approach in Latin America and the Caribbean [Cardona, O.D., J.C. Bertoni, A. Gibbs, M. Hermelin, and A. Lavell (eds.)]. ICSU Regional Office for Latin America and the Caribbean, Rio de Janeiro, Brazil.

ICSU-LAC, 2010b: Entendimiento y gestión del riesgo asociado a las amenazas naturales: Un enfoque científico integral para América Latina y el Caribe. Ciencia para una vida mejor: Desarrollando programas científicos regionales en áreas prioritarias para América Latina y el Caribe. Vol 2 [Cardona, O.D., J.C. Bertoni, A. Gibbs, M. Hermelin, and A. Lavell (eds.)]. ICSU Regional Office for Latin America and the Caribbean, Rio de Janeiro, Brazil

HAYLOCK, M. R., PETERSON, T. C., ALVES, L. M., AMBRIZZI, T., ANUNCIAÇÃO, Y. M. T., BAEZ, J., BARROS, V. R., BERLATO, M. A., BIDEGAIN, M., CORONEL, G., GARCIA, V. J., GRIMM, A. M., KAROLY, D., MARENGO, J. A., MARINO, M. B., MONCUNILL, D. F., NECHET, D., QUINTANA, J., REBELLO, E., RUSTICUCCI, M., SANTOS, J. L., TREBEJO, I., VINCENT, L. A. Trends in total and extreme South American rainfall 1960-2000 and links with sea surface temperature. *Journal of Climate*, v. 19, p. 1490-1512, 2006.

Held IM, Soden BJ (2006) Robust responses of the hydrological cycle to global warming. *J Clim* 19:5686–5699

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. 2012: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation (SREX). A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

LIEBMANN, B.; JONES, C.; CARVALHO, L. M. V. 2001. Interannual variability of daily extreme precipitation events in the state of Sao Paulo, Brazil. *Journal of Climate*, 14, 208–218.

MARENGO, J.A., 2009: Impactos de extremos relacionados com o tempo e o clima – Impactos sociais e econômicos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Ciências do Sistema Terrestre, São Paulo, Brasil. *Boletim do Grupo de Pesquisa em Mudanças Climáticas (GPMC)*, 8(Edição especial), 1-5.

MARULANDA, M.C., O.D. Cardona, and A.H. Barbat, 2008b: The economic and social effects of small disasters: Revision of the Local Disaster Index and the case study of Colombia. In: *Megacities: Resilience and Social Vulnerability* [Bohle, H.G. and K. Warner (eds.)]. SOURCE No. 10, United Nations University (EHS), Munich Re Foundation, Bonn, Germany

MARULANDA, M.C., O.D. Cardona, and A.H. Barbat, 2010: Revealing the socioeconomic impact of small disasters in

Colombia using the DesInventar database. *Disasters*, 34(2), 552-570. Marulanda, M.C., O.D. Cardona, and A.H. Barbat, 2011: Revealing the impact of small disasters to the economic and social development. In: *Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security- Threats, Challenges, Vulnerabilities and Risks* [Brauch, H.G., U. Oswald Spring, C. Mesjasz, J. Grin, P. Kameri-Mbote, B. Chourou, P. Dunay, and J. Birkmann (eds.)]. Springer-Verlag, Berlin, Germany

OBREGÓN, G.O.; MARENGO, J.A.; NOBRE, C.A. (2014) Rainfall and climate variability: long-term trends in the Metropolitan Area of São Paulo in the 20th century. *Climate Research* 61, 93-107. Online publication date: 23-Sep-2014

TRENBERTH, K.E.; SHEA, D.J. 2006. Atlantic hurricanes and natural variability in 2005. *Geophysical Research Letters* 33: L12704. DOI:10.1029/2006GL026894.

UFSC – CEPED. Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2012: volume Brasil. Florianópolis: CEPED UFSC, 2013.

UNISDR, 2009a: Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction - Risk and Poverty in a Changing Climate: Invest Today for a Safer Tomorrow. United Nations International Strategy for Disaster Reduction, Geneva, Switzerland, 207 pp.

UNISDR, 2011: Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Revealing Risk, Redefining Development. United Nations International Strategy for Disaster Reduction, Geneva, 178 pp.

VARANDA, A.P.M.; Ferreira, V. S. (2013) Políticas Públicas e Iniciativas da Sociedade Civil de Prevenção e Resposta a Situações de Desastres Climáticos. COEP, Rio de Janeiro. Relatório Síntese de Pesquisa. 25p.

VINCENT, L.A., T.C. PETERSON, V.R. BARROS, M.B. MARINO, M. RUSTICUCCI, G. CARRASCO, E. RAMIREZ, L.M. ALVES, T. AMBRIZZI, M.A. BERLATO, A.M. GRIMM, J.A. MARENGO, L. MOLION, D.F. MONCUNILL, E. REBELLO, Y.M.T. ANUNCIAÇÃO, J. QUINTANA, J.L. SANTOS, J. BAEZ, G. CORONEL, J. GARCIA, I. TREBEJO, M. BIDEGAIN, M.R. HAYLOCK, D. KAROLY. 2005. Observed trends in indices of daily temperature extremes in South America 1960-2000. *Journal of Climate*, 18, 5011-5023

### Estratégia de Indústria e Mineração

Dos Santos, E.T., Haddad E. A. Mapeamento das perdas econômicas potenciais dos pontos de alagamento do município de São Paulo. *Ambiente & Sociedade n São Paulo v. XVII, n. 4 n p. 77-94*, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v17n4/a05v17n4.pdf>

Sussman and Freed, 2008. *Adapting to climate Change: A Business Approach*. Pew Center on Global Climate Change. Adaptado do documento “Contribuições Preliminares da Indústria–CNI”, disponível no endereço eletrônico: [http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80182/Contribuicoes\\_Peliminares\\_PNA\\_Setor%20Industrial\\_CNI.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80182/Contribuicoes_Peliminares_PNA_Setor%20Industrial_CNI.pdf), acessado em 11/03/15.

### Estratégia de Infraestrutura

ARNDT, C.; CHINOWSKY, P., 2012: Climate Change and Roads: A Dynamic Stressor–Response Model. *Review of Development Economics*, 16(3), 448–462.

ANTP- Avaliação de Vulnerabilidade Ambiental e Socioeconômica Curitiba – 2014

BECKER, A., INOUE, S; FISCHER, M; SCHWEGLER, B. 2012: Climate Change Impacts on International Seaports: Knowledge, Perceptions, and Planning Efforts Among Port Administrators. *Climatic Change*, 110: 5-29.

CALIFORNIA NATURE RESOURCES AGENCY. California Climate Adaptation: a report to the governor of state of California in response to Executive Order S-13-2008, USA: California Strategy for Energy & Transportation. 2009. Cap. 10.

ELETOBRAS CEPEL, 2001: Atlas do Potencial Eólico Brasileiro- 2001

EU (União Europeia) strategy on adaptation to climate change – 2013

FGV. 2013: Diagnóstico Preliminar das principais informações sobre projeções Climáticas e Socioeconômicas, impactos e vulnerabilidades disponíveis em trabalhos e projetos dos atores mapeados.

GIZ - Adapting Urban Transport to Climate Change - 5F-ACC-en GIZ – Vulnerability Sourcebook – Guidelines for Assessments – 2014 INPE. 2010: Sumário Executivo Vulnerabilidade das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo. Brasil. 2010.

- IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>
- IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- KOETSE, M. J.; RIETVELD., P. *Climate Change, Adverse Weather Conditions, and Transport: A Literature Survey*. Vrije Universiteit. Amsterdam. 2007.
- KREKT AH, VAN DER LAAN TJ, VAN DER MEER RAE, TURPIJN B, JONKEREN OE, VAN DER TOORN A, MOSSELMAN E, VAN MEIJEREN J, GROEN T (2011): *Climate change and inland waterway transport: impacts on the sector, the Port of Rotterdam and potential solution*. Research Project HSRRCB, National Research Programme Knowledge for Climate, Secretariat of the Knowledge for Climate Programme, University of Utrecht, Netherlands, 74 pp.
- LAVIN, P.G., 2003: *Asphalt Pavements: A Practical Guide to Design, Production, and Maintenance for Architects and Engineers*. Spon Press. 416 pp.
- LIMA, JOSÉ WANDERLEY MARANGON: *Efeitos e Mudanças Climáticas na Geração de Energia Elétrica – São Paulo: AES Tietê, 2014.*
- LEMMEN, D. AND F. WARREN, 2010: *Climate Change Impacts and Adaptation: A Canadian Perspective*. [Lemmen, D. and Warren, F. (eds.)]. Natural Resources Canada.
- MACARTHUR, K. E., 2013: *Assessing public transportation agencies' climate change adaptation activities and needs*. Submitted for presentation and publication to the 92th Annual Meeting of the Transportation Research Board.
- MEYER, M. D., 2008: *Design Standards for U.S. Transportation Infrastructure: The Implications of Climate Change*. Georgia Institute of Technology. Atlanta, p. 30.
- MIDDELKOOP, H., DAAMEN, K., GELLENS, D., GRABS, W., KWADIJK, J.C.J., LANG, H., PARMET BWAH, SCHADLER, B., SCHULLA, J., WILKE, K., 2001: *Impact of climate change on hydrological regimes and water resources management in the Rhine basin*. *Climatic Change* 49: 105–128
- MME; EPE, 2015: *Balanco Energético Nacional 2015*
- MME; EPE, 2015: *Plano Decenal de Energia 2024*
- MME; EPE, 2007: *Plano Nacional de Energia 2030*
- MT, 2011. *Plano Nacional de Logística e Transportes: Relatório Executivo*. 260p.
- MT, 2013. *Plano Hidroviário Estratégico: Sumário Executivo*. 70p.
- OSWALD, M., 2009: *Literature Review: Transportation Adaptation in Response to Climate Change*. Universidade de Delaware. Delaware, 2009.



POTTER, J., V. BURKETT, M. SAVONIS, AND D. DOKKEN, 2008: Impacts of Climate Change and Variability on Transportation Systems and Infrastructure: Gulf Coast Study, Phase I. [Potter, J., Burkett, V., Savonis, M. and Dokken, D. (eds.)]. U.S. Climate Change Science Program.

Plan NYC - A Strong More Resilient New York – 2013

SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS, 2015. Projeto 2040.

SOO HOO, W. K.; SUMITANI, M., 2005: Climate Change will Impact the Seattle Department of Transportation. University of Washington. Washington, p. 49.

UNCTAD, 2009. Trade and investment opportunities and challenges under the Clean Development Mechanism (CDM). Note by the UNCTAD secretariat for UNCTAD Trade and Development Board, Expert Meeting on Trade and Climate Change: Trade and Investment Opportunities Under the Clean Development Mechanism (CDM), Geneva, 1–3 April 2009.

UNECE; UNCTAD, 2010: Climate Change Impacts on International Transport Networks Joint UNECE – UNCTAD Workshop, 8 September 2010, Geneva.

UK Gov- The National Adaptation Program – 2013

### **Estratégia de Povos e Populações Vulneráveis**

BRASIL. Cadastramento diferenciado. Diversidade no Cadastro Único – Respeitar e Incluir. Brasília, DF: MDS; Secretaria

Nacional de Renda e Cidadania. 53p. 2014.

BRASIL. DECRETO nº 6.040, DE 7 DE FEVEREIRO DE 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF.

BRASIL. DECRETO nº 7.747, DE 5 DE JUNHO DE 2012. Institui a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas – PNGATI, e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF.

DIREITO, D. e LÍCIO, E.C. A experiência Brasileira de Cadastramento Diferenciado de Grupos Populacionais Tradicionais e Específicos. 30p. (s/d).

FIOCRUZ - CONFALONIERI U.; CHANG M.; NAHAS M. e BARATA, M. Modelo Conceitual para avaliação municipal da vulnerabilidade humana à mudança do clima no Brasil: contribuição da FIOCRUZ ao Plano Nacional de Adaptação. SUMÁRIO EXECUTIVO. 23p. 2015.

ICLEI. Local Governments for Sustainability. Ecosystem-based Adaptation: a Guiding Framework for decision making criteria. ICLEI, s/d. Disponível em: <http://www.durbanadaptationcharter.org/Content/Docs/Urban%20EBA%20Guiding%20Decision-Making%20Framework%202013.pdf>. Acesso em 2 abril de 2015.

IOM – International Organization for Migration. IOM Outlook on Migration, Environment and Climate Change (123p.). Geneva, 2014, p. 23. Disponível em: <http://>

publications.iom.int/bookstore/free/MECC\_Outlook.pdf. Último acesso em: 25 jun. 2015.

IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.). IPCC, Geneva, Switzerland, 2007.

IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, Geneva, Switzerland, 2014.

SCHUSCHNY, A. Indicadores compuestos: Algunas consideraciones metodológicas (Apresentação em Power Point). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E POBREZA NA AMÉRICA DO SUL. Universidade de São Paulo. 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA/UFSC. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010: volume Brasil / Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis: CEPED UFSC, 94p. 2012.

## Estratégia de Recursos Hídricos

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL), Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2014 – Brasília: ANA, 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). Atlas Brasil de Abastecimento Urbano de Água, ANA 2011. Disponível em <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do Art. 21 da Constituição Federal, e altera o Art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

CAMPOS, J. N. B.; NÉRIS, L. F. A. Mudanças Climáticas e Disponibilidades Hídricas no Semiárido: Resultados Preliminares. In: SERVAIN, J., CAMPOS, J.N.B., MARTINS, E.S.P.P. Clima do Atlântico Tropical e Impactos Sobre o Nordeste (CATIN), 2009.

DÖLL, P.; FLÖRKE, M. Global-Scale Estimation of Diffuse Groundwater Recharge. Frankfurt Hydrology Paper 03. Frankfurt am Main: Institute of Physical Geography, Frankfurt University, 2005.

KUNDZEWICZ, Z. W. et al., Freshwater resources and their management. In: PARRY, M.L. et al., (Eds.). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

- MMA. Plano Nacional de Recursos Hídricos: Prioridades 2012-2015. Ministério do Meio Ambiente - MMA/Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano - SRHU/Agência Nacional de Águas - ANA, Brasília, DF, 2011.
- MILLY, P. C. D. ; DUNNE, K. A. ; VECCHIA, A. V. Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate. *Nature*, vol. 438, 17 Nov. 2005. Doi:10.1038/nature 04312, 2005.
- MEDEIROS, Y.D.P. Análise dos Impactos das Mudanças Climáticas em Região Semiárida. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 8, n. 2, p. 127-136. 2003.
- MELO, D. C. D. Estimativa de impacto de mudanças climáticas nos níveis do Sistema aquífero do Guarani. Dissertação de mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.
- NÓBREGA, M.T. et al., Uncertainty in climate change impacts on water resources in the Rio Grande Basin, Brazil. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, v. 15, p. 585–595, 2011.
- SALATI, T. et al., Economia das Mudanças Climáticas no Brasil. Estimativas da Oferta de Recursos Hídricos no Brasil em Cenários Futuros de Clima. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 2008. 80 p.
- TOMASELLA, J. et al., Estudo de impacto das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos superficiais e sobre os níveis dos aquíferos na Bacia do Rio Tocantins. CCST/INPE, Cachoeira Paulista, 2009.
- UK MET OFFICE. Climate change, rivers and rainfall. Recent research on climate change science from the Hadley Centre, dez. 2005.
- Disponível em <http://cebds.org/publicacoes/gerenciamento-de-riscos-hidricos/#.VddBD4tRGUk>.
- IBGE, 2010. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/>
- Site <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil> acessado em 25/03/2015.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL), Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2014 – Brasília: ANA, 2015.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). Atlas Brasil de Abastecimento Urbano de Água, ANA 2011. Disponível em <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do Art. 21 da Constituição Federal, e altera o Art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
- CAMPOS, J. N. B.; NÉRIS, L. F. A. Mudanças Climáticas e Disponibilidades Hídricas no Semiárido: Resultados Preliminares. In: SERVAIN, J., CAMPOS, J.N.B., MARTINS, E.S.P.P. Clima do Atlântico Tropical e Impactos Sobre o Nordeste (CATIN), 2009.
- DÖLL, P.; FLÖRKE, M. Global-Scale Estimation of Diffuse Groundwater

Recharge. Frankfurt Hydrology Paper 03. Frankfurt am Main: Institute of Physical Geography, Frankfurt University, 2005.

<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>, acessado em 12/03/2015.

Bezerra, M. I. S. Análise de Séries Temporais. 2006. Disponível em <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAe8xcAD/apostila-analise-series-temporais>)

KUNDZEWICZ, Z. W. et al., Freshwater resources and their management. In: PARRY, M.L. et al., (Eds.). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do Art. 21 da Constituição Federal, e altera o Art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. ([http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)).

MEDEIROS, Y.D.P. Análise dos Impactos das Mudanças Climáticas em Região Semiárida. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 8, n. 2, p. 127-136. 2003.

MELO, D. C. D. Estimativa de impacto de mudanças climáticas nos níveis do

Sistema aquífero do Guarani. Dissertação de mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

MILLY, P. C. D. ; DUNNE, K. A. ; VECCHIA, A. V. Global pattern of trends in streamflow e water availability in a changing climate. Nature, vol. 438, 17 Nov. 200. Doi:10.1038/nature 04312, 2005.

MMA.PlanoNacionaldeRecursosHídricos: Prioridades 2012-2015. Ministério do Meio Ambiente - MMA/Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano - SRHU/Agência Nacional de Águas - ANA, Brasília, DF, 2011.

NÓBREGA, M.T. et al., Uncertainty in climate change impacts on water resources in the Rio Grande Basin, Brazil. Hydrol. Earth Syst. Sci., v. 15, p. 585–595, 2011.

SALATI, T. et al., Economia das Mudanças Climáticas no Brasil. Estimativas da Oferta de Recursos Hídricos no Brasil em Cenários Futuros de Clima. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 2008. 80 p.

TOMASELLA, J. et al., Estudo de impacto das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos superficiais e sobre os níveis dos aquíferos na Bacia do Rio Tocantins. CCST/INPE, Cachoeira Paulista, 2009.

UK MET OFFICE. Climate change, rivers and rainfall. Recent research on climate change science from the Hadley Centre, dez. 2005.

World Bank, 2010. Disponível em <http://siteresources.worldbank.org/EXTTOOLKIT3/Resources/3646250-1250715327143/GN5.pdf>).

### Estratégia de Saúde

Alderman, K., Turner, L. R., & Tong, S. (2012). Floods and human health: a systematic review. *Environment international*, 47, 37-47.

Barcellos, C., Monteiro, A. M. V., Corvalán, C., Gurgel, H. C., Carvalho, M. S., Artaxo, P., & Ragoni, V. (2009). Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 18(3), 285-304.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. – Brasília : Editora do Ministério da Saúde, 2005. Disponível em <http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2014/maio/30/Programa-Nacional-de-Vigilancia-da-Qualidade-da-agua-para-consumo-humano.pdf>

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Plano de segurança da água : garantindo a qualidade e promovendo a saúde : um olhar do SUS / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em

Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. – Brasília : Ministério da Saúde, 2013. Disponível em <http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2015/maio/19/plano-seguranca-agua-2013-web.pdf>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Asis- Análise de Situação de Saúde / Ministério da Saúde, Universidade Federal de Goiás – Brasília: Ministério da Saúde, 2015. Disponível em [http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/asis\\_analise\\_situacao\\_saude\\_volume\\_1.pdf](http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/asis_analise_situacao_saude_volume_1.pdf)), acessado em Março de 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde, 2016. Vigilância de A a Z. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/vigilancia-de-a-a-z>. Acessado em: 26/03/2016.

Cançado, J. E. D., Braga, A., Pereira, L. A. A., Arbex, M. A., Saldiva, P. H. N., & Santos, U. D. P. (2006). Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. *J bras pneumol*, 32(Supl 1), S5-S11.

HOTEZ, P. The giant anteater in the room: Brazil's neglected tropical diseases problem. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. ; v. 2, n.:77, 2008.

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R.

Mastrandrea, and L.L.White (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp

LINDOSO, JAL. LINDOSO, AABP. Neglected tropical diseases in Brazil. Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo. São Paulo: v.51, n. 5, Sept./Oct., 2009.

Organização Pan-Americana da Saúde. Mudança Climática e Saúde: um perfil do Brasil. Brasília, DF: OPAS, Ministério da Saúde, 2009. 44 p.: il. (Saúde Ambiental,3).

Organização Pan-Americana da Saúde, 2011. Organização Pan-Americana da Saúde. Estratégia e Plano de Ação sobre Mudança Climática, 51º Conselho Diretor 63ª Sessão do Comitê Regional. Disponível em [www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_docman&task=doc](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc). Acessado em Março de 2016.

OrganizaçãodasNaçõesUnidas,2012.Future We Want – Outcome document. Disponível em: <http://sustainabledevelopment.un.org/futurewewant.html>, acessado em Maio de 2014.

Organização Pan-Americana da Saúde. Ministério da Saúde. Desastres Naturais e Saúde no Brasil. Brasília, DF: OPAS, Ministério da Saúde, 2014. 49 p.: il. (Série Desenvolvimento Sustentável e Saúde, 2).

Organização Pan-Americana da Saúde. Proteger a saúde frente à mudança climática: avaliação da vulnerabilidade e adaptação. Brasília, DF: OPAS, 2014. Disponível em: [http://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=1498&Itemid=423](http://www.paho.org/bra/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=1498&Itemid=423). Acessado em Março/2016.

RIPSA – Rede Interagencial de Informação para Saúde. Disponível em: <http://www.ripsa.org.br/>. Acessado em Abril/2015.

WorldHealthOrganization,2015.Reducing Global Health Risks Through Mitigation of Short-Lived Climate Pollutants. Scoping Report For Policy-makers. Disponível em [http://apps.who.int/iris/tstream/10665/189524/1/9789241565080\\_eng.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/tstream/10665/189524/1/9789241565080_eng.pdf?ua=1). Acessado em Março de 2016.

### **Estratégia de Segurança Alimentar e Nutricional**

DIEESE. NEAD. Estatísticas do Meio Rural 2010/2011. Brasília: MDA: DIEESE, 2011.

Embrapa; Unicamp. Aquecimento Global e a Nova Geografia da Produção Agrícola no Brasil. Agosto de 2008.

Feres, J.; Speranza, J.; Antônio Viana, P.; Barcellos, T.; Braga, Y. Padrão de Uso da Terra. In: Margulis, S.; Dubeux, C. (Ed.); Marchovitch, J. (Org). Economia da Mudança do Clima no Brasil: Custos e Oportunidades. São Paulo: IBEP Gráfica, 2011.

HIGH LEVEL PANEL OF EXPERTS ON FOOD SECURITY AND NUTRITION. Food security and climate change. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-me421e.pdf>. Acesso em: 10/04/2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – Brasil 2012. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

Censo Agropecuário. Rio de Janeiro, 2006. CD-ROOM.



KEPPLE, A. W. O estado da segurança alimentar e nutricional no Brasil: um retrato multidimensional. Brasília: FAO, 2014. Disponível em: <[https://www.fao.org.br/download/SOFI\\_p.pdf](https://www.fao.org.br/download/SOFI_p.pdf)> Acesso em: 10/04/2015.

Margulis, S.; Dubeux, C.; Marchovitch, J. Economia da Mudança do Clima no Brasil: Custos e Oportunidades. São Paulo: IBEP Gráfica, 2011.

CARTER, M. Combatendo a desigualdade social: o MST e a reforma agrária no Brasil. São Paulo: Editora Unesp, Centro para Estudos Brasileiros, Universidade de Oxford, NEAD, MDA, 2010.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil, volume 2. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0235/235580.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0235/235580.pdf)>. Acesso em: 10/04/2015.

MONZONI, M. Diagnóstico preliminar das principais informações sobre projeções climáticas e socioeconômicas, impactos e vulnerabilidades disponíveis em trabalhos e projetos dos atores. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80182/D\\_Produto\\_2.0.1\\_Diagnostico%20preliminar%20sobre%20projecoes%20climaticas%20%20impactos%20e%20vulnerabilidades.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80182/D_Produto_2.0.1_Diagnostico%20preliminar%20sobre%20projecoes%20climaticas%20%20impactos%20e%20vulnerabilidades.pdf)>. Acesso em: 10/04/2015.

OLIVIER, D.S. Agroecologia e o Direito Humano à Alimentação Adequada. Brasília: Caderno SISAN 01/2012.

PBMC, 2014: Impactos, vulnerabilidades

e adaptação às mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [Assad, E.D., Magalhães, A. R. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 414 pp. ISBN: 978-85-285-0207-7.

PAUPITZ, J. Relatório Técnico. Projeto de Cooperação Técnica PCT BRA/IICA/05/004 - PAN Desertificação de “Apoio às ações de implementação do Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN-Brasil”. Disponível em: <<http://www.iicabr.iica.org.br/wp-content/uploads/2014/03/Produto-3-e-Folha-de-Rosto-Vers%C3%A3o-Final-J%C3%BAlio-Paupitz.pdf>> Acesso em: 10/04/2015.

SPERANZA, J., BARCELLOS, T., CABALLERO, B., CHAGAS, N. Impactos, vulnerabilidades e riscos da mudança climática global para a segurança alimentar e nutricional no Brasil. Relatório de Pesquisa MMA/Oxfam. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/adaptacao/projetos>> Acesso em: 18/05/2015.

UNSCN. The Nutrition Sensitivity of Agriculture and Food Policies. A synthesis of eight country case studies. United Nations Standing Committee on Nutrition, March, 2014.

### **Estratégia de Zona Costeira**

BRASIL – MMA/IHC/UFSC. Projeto SMC-Brasil: Documento Temático sobre Ondas. 155pp. (s/d)

- BRASIL. Decreto nº 5.300, de 07 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei nº 7.661/88, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2004. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/D5300.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/D5300.htm)> Acesso em: 23 set. 2014.
- BRASIL. Lei nº 7.661 de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l7661.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm)> Acesso em: 23 set. 2014.
- BRASIL. Os 25 anos do gerenciamento costeiro no Brasil: Plano nacional de Gerenciamento costeiro (PNGC). Lei Nº 7.661, de 16 de maio de 1988, Resolução CIRM Nº 01/90, de 21 de novembro de 1990, Ministério do Meio Ambiente, 2014.
- CASTRO, BM; FP Brandini; IEKC Wainer & M Dottori. O mar de amanhã, com as mudanças climáticas de hoje. Cienc. Cult., São Paulo, v. 62, n. 3, 2010.
- DIETER M. Erosão e progradação no litoral brasileiro. Brasília: MMA, 476 p. 2006.
- HORTA, P.A et al., Rhodoliths in Brazil: current knowledge and potential impacts of climate change. Brazilian Journal of Oceanography, 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Atlas Geográfico das Zonas Costeiras e Oceânicas. 2011. 177p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Relatório de Qualidade do Meio Ambiente – RQMA, Brasília. 2013, 268 p.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Cambridge University Press, 2012, 582 pp.
- MARGULIS e SCHMIDT. Economia da Mudança do Clima no Brasil: Custos e Oportunidades. São Paulo: IBEP Gráfica, 2010. 82 p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil, Brasília. 2008. 242p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Panorama da Conservação dos Ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros, Brasília. 2010. 148p.
- NEVES, C.F e MUEHE, D. Vulnerabilidade, impactos e adaptação a mudanças do clima: Zona Costeira. Parcerias Estratégicas, n.27, p217-295. Brasília, 2008.

NICOLODI JL e PETERMANN RM. Mudanças Climáticas e a Vulnerabilidade da Zona Costeira do Brasil: Aspectos ambientais, sociais e tecnológicos. Revista da Gestão Costeira Integrada. 10(2):151-177, 2010.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (PBMC), 2014: Impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [Assad, E.D., Magalhães, A. R. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 414 pp. ISBN: 978-85-285-0207-7

TRAVERS, A.; ELRICK, C.; KAY, R.; VESTERGAARD, O. Ecosystem based adaptation guidance: Moving from principles to practice – Working Document. UNEP, 2012.

UNESCO GOOS 193. Requirements for Global Implementation of the Strategic Plan for Coastal GOOS Panel for Integrated Coastal Observation (PICO-I) intergovernmental Oceanographic Commission. 200pp. 2012



## Glossário



Plano Nacional de Adaptação  
à Mudança do Clima

# Glossário

**ADAPTAÇÃO:** o processo de ajuste aos efeitos ao clima atual e esperado. Em sistemas humanos, adaptação procura moderar ou evitar danos ou explorar oportunidades benéficas. Em alguns sistemas naturais, intervenções humanas podem facilitar o ajuste a mudanças do clima esperadas e seus efeitos.

**EXPOSIÇÃO:** a presença de pessoas, meios de subsistência, espécies ou ecossistemas; funções ambientais, serviços, e recursos; infraestrutura, ou bens econômicos, sociais ou culturais em lugares que podem ser adversamente afetados.

**IMPACTOS:** Efeitos em sistemas naturais e humanos. Neste texto, o termo impactos é usado primeiramente para referir-se aos efeitos de eventos climáticos e meteorológicos extremos sobre sistemas naturais e humanos. Em geral, impactos referem-se a efeitos sobre vidas, meios de subsistência, saúde, ecossistemas ou eventos climáticos perigosos ocorrendo em um período específico e a vulnerabilidade de uma sociedade ou sistema exposto. Impactos também são referidos como consequências ou resultados. Os impactos da mudança do clima sobre sistemas geológicos, incluindo inundações, secas, e aumento do nível do mar, são um subconjunto dos chamados impactos físicos.

**MEDIDAS DE NÃO ARREPENIMENTO:** São ações de adaptação que promovem benefícios aos setores independentemente dos impactos previstos para a mudança do clima se realizarem.

**MUDANÇA DO CLIMA:** refere-se à mudança no estado do clima que pode ser identificada (usando testes estatísticos, por exemplo) por modificações na média e/ou na variabilidade de suas propriedades, e que persiste por um extenso período, tipicamente de décadas ou mais.

A mudança do clima pode ser devido a processos naturais internos ou forças externas tais como modulações nos ciclos solares, erupções vulcânicas, e persistentes mudanças antropogênicas na composição da atmosfera ou no uso da terra. Observe que a Convenção Quadro das Nações Unidas em seu Artigo 1, define mudança do clima como: “uma mudança no clima que é atribuída direta ou indiretamente a atividades humanas que alteram a composição da atmosfera do globo e que se soma a variabilidade natural observada ao longo de períodos de tempo comparáveis.” A

UNFCCC faz assim uma distinção entre mudança no clima atribuída às atividades humanas alterando a composição da atmosfera, e a variabilidade do clima por causas naturais.



**RISCO:** Potenciais consequências onde algo de valor está em jogo e onde o resultado é incerto, reconhecendo a diversidade de valores. Risco é frequentemente representado como probabilidade de ocorrência de eventos perigosos ou tendências multiplicadora pelos impactos, se esses eventos ou tendências ocorrerem. Risco resulta da interação de vulnerabilidade, exposição e perigo. Neste relatório, o termo risco é usado primeiramente para referir-se aos riscos dos impactos relacionados aos eventos climáticos.

**SENSIBILIDADE:** Grau da reação de elementos e sistemas quando confrontados com uma ameaça.

**VULNERABILIDADE:** a propensão ou predisposição a ser adversamente afetada. Vulnerabilidade engloba uma variedade de conceitos e elementos, incluindo sensibilidade e susceptibilidade ao dano e a falta de capacidade para lidar e se adaptar.

## GLOSSÁRIO DA ESTRATÉGIA DE POVOS E POPULAÇÕES VULNERÁVEIS

**CIGANOS:** Os ciganos são povos com um passado comum, originários possivelmente do norte da Índia, que se dispersaram entre Ásia, Europa, norte da África há cerca de mil anos, e posteriormente pela América. O primeiro registro da chegada de ciganos no Brasil data de 1574. Geralmente são nômades

(mas em alguns casos sedentários por opção ou por obrigação), que prezam pela liberdade e valorizam a própria cultura. Falam tanto a língua Romani como o Chibe, de acordo com a origem e etnia cigana. Desenvolveram ao longo dos séculos várias etnias e subgrupos dentro das etnias, de acordo com as especificidades e variedades de raízes, origens, culturas e territórios que ocuparam. Também possuem forte senso familiar.<sup>90</sup>

**EXTRATIVISTAS:** Os povos e comunidades tradicionais extrativistas são agrupamentos pautados em culturas e valores diversos, que guardam entre si a semelhança de realizarem extração e coleta de espécies vegetais e/ou animais enquanto atividade econômica e de subsistência. São pequenos produtores que possuem suas culturas distintas, desenvolvendo seus modos de vida e de produção alinhados com a lógica do ecossistema que habitam. Dessa forma, possuem um conjunto amplo de saberes obtidos por meio da percepção e relação direta com o meio ambiente, desenvolvendo tecnologias simples e geralmente de baixo impacto, adaptadas ao seu contexto e à lógica do ambiente. Partem de uma produção mais ou menos diversificada que tem como objetivo complementar a renda e garantir a reprodução dos seus modos de vida. Há uma ampla variedade de tipos e formas de extrativismo.<sup>91</sup>

90 Portal Ypadê (<http://portalypade.mma.gov.br/>)

91 Portal Ypadê(<http://portalypade.mma.gov.br/>)



**PESCADORES ARTESANAIS:** Não existe um consenso sobre a definição técnica do termo pesca artesanal, que também pode ser chamada de pesca em pequena escala. Seu entendimento é muitas vezes construído na oposição à pesca em larga escala, industrial, que utiliza recursos inacessíveis aos pescadores artesanais. As comunidades de pescadores artesanais estão espalhadas por rios, lagos e toda a costa brasileira e são, por isso mesmo, muito diversas entre si. O elo entre esses diferentes grupos é o cotidiano de trabalho com as águas, labuta que é possível devido a um acúmulo de conhecimentos locais específicos sobre vento, maré, cheias e vazantes, posição e movimento dos cardumes, entre outros, sempre aliado a técnicas tradicionais de pesca e navegação.

**POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS:** grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição. Essa definição está incorporada no conceito de GPTE.

**POVOS INDÍGENAS:** de acordo com a Convenção 169 da OIT são os povos em países independentes, considerados indígenas pelo fato de descenderem de populações que habitavam o país ou uma

região geográfica pertencente ao país na época da conquista ou da colonização ou do estabelecimento das atuais fronteiras estatais e que, seja qual for sua situação jurídica, conservam todas as suas próprias instituições sociais, econômicas, culturais e políticas, ou parte delas.

**TERRAS INDÍGENAS (TI):** De acordo com o § 1º do artigo 231 da Constituição Federal de 1988, são terras tradicionalmente ocupadas pelos índios as por eles habitadas em caráter permanente, as utilizadas para suas atividades produtivas, as imprescindíveis à preservação dos recursos ambientais necessários à seu bem-estar e as necessárias a sua reprodução física e cultural, segundo seus usos, costumes e tradições.

**QUILOMBOLAS:** os povos de quilombos, ou populações quilombolas contemporâneas, são comunidades remanescentes dos antigos quilombos, formados ainda no período escravista. Sua autodefinição se liga à descendência dos primeiros agrupamentos formados pelas populações negras escravizadas que, como forma de resistência à escravidão, formaram inúmeras comunidades em áreas rurais e urbanas, espalhadas por todo território nacional, ligando-se, portanto à noção de identidade étnica. Esses agrupamentos se caracterizam fundamentalmente por serem grupos de resistência, locais para onde iam escravos fugidos e recém-libertos, ambos sem lugar na sociedade; além disso, também

foram incorporados aos quilombos outros grupos sociais com baixo poder aquisitivo, perseguidos e excluídos.<sup>92</sup>

**SEMENTES CRIOULAS:** são aquelas sementes que não sofreram modificações genéticas por meio de técnica científicas, como de melhoramento genético, inclusive, nesse contexto, a transgenia. Estas sementes são chamadas de crioulas ou nativas porque, geralmente, seu manejo foi desenvolvido por povos e comunidades tradicionais (quilombolas, ribeirinhos, caboclos, entre outros), povos indígenas e agricultores familiares).<sup>93</sup>

**TERRITÓRIOS TRADICIONAIS:** os espaços necessários à reprodução cultural, social e econômica dos povos e comunidades tradicionais, sejam eles utilizados de forma permanente ou temporária, resguardando as especificidades dos povos indígenas e quilombolas conforme previsto em lei.

ABC - Agricultura de Baixa Emissão de Carbono

AbE- Adaptação baseada em Ecossistemas

ANA- Agência Nacional de Águas

ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica

ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários

ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária

APP- Área de Preservação Permanente

AR - Assessment Report

ARP- Sistema de Análise de Risco de Pragas

ATER- Assistência Técnica e Extensão Rural

BH - Balanço Hídrico

BNDES- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

BrOA- Grupo Brasileiro de Pesquisa em Acidificação dos Oceanos

CadRisco- Cadastro Nacional de Municípios com Áreas Suscetíveis à Ocorrência de Deslizamentos, Inundações ou Processos Geológicos ou Hidrológicos Correlatos

CAISAN - Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional

---

92 Portal Ypadê (<http://portalypade.mma.gov.br/>).

93 (Trindade, C. C. Sementes crioulas e transgênicos. Uma reflexão sobre sua relação com as comunidades tradicionais. Trabalho apresentado no XV Congresso Nacional do Conpedi, 15-18 Nov, Manaus, Amazonas, 2006)





## Acrônimos e Siglas



Plano Nacional de Adaptação  
à Mudança do Clima

# Acrônimos e Siglas

CAR- Cadastro Ambiental Rural

CCEE- Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

CDB- Convenção da Diversidade Biológica

CEBDS- Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável

CEMADEN- Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

CENAD- Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres

CEPEDES- Centro de Estudos e Pesquisas em Emergência de Desastres em Saúde

CEPEL- Centro de Pesquisas de Energia Elétrica

CEPENE- Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Nordeste

CEPENOR- Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Norte

Ceplac- Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira

CEPSUL- Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Sudeste e Sul

CF- Constituição Federal

CGEE- Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

CGVAM- Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental

CIAPO- Câmara Interministerial de Agroecologia e Produção Orgânica

CIM- Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima

CMSE- Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico

CNAPO- Comissão Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica

CNI- Confederação Nacional da Indústria

CNPq- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento

CONCAR- Comissão Nacional de Cartografia

CONSEA- Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional

COPPE- Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais- Serviço Geológico do Brasil	(Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura)
CTPIN- Comissão Técnica do Plano Indústria	FAP- Fundação de Amparo à Pesquisa
DDA- Doença diarreica aguda	FINEP- Financiadora de Estudos e Projetos
DEMA- Delegacia Especial do Meio Ambiente	Fiocruz- Fundação Oswaldo Cruz
DESAM- Departamento de Saúde Ambiental	FN-SUS- Força Nacional do SUS
DETER- Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real da Amazônia	FUNAI- Fundação Nacional do Índio
DHAA- Direto Humano à Alimentação Adequada	Funasa- Fundação Nacional de Saúde
DHN- Diretoria de Hidrografia e Navegação	Fundação CIDE- Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro
DPCD- Departamento de Combate ao Desmatamento	FURG- Universidade Federal do Rio Grande
DSAST- Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador	GEE- gases de efeito estufa
DSG- Diretoria de Serviço Geográfico do Exército	Gg CO2eq- Milhares de Toneladas de Carbono Equivalente
DZT- Departamento de Zoneamento Territorial	GOOS- Sistema de Observação Global dos Oceanos
EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	GS- Garantia Safra
ENSP- Escola Nacional de Saúde Pública	IBAMA- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
EPE- Empresa de Pesquisa Energética	IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
FAO- Food and Agriculture Organization	ICMBio- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
	IEC- Instituto Evandro Chagas
	IEMA- Instituto Estadual de Meio



## Ambiente

IESC/UFRJ- Instituto de Estudos e Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro

IIMR- Instrumento de Identificação dos Municípios de Risco

iLPF- integração lavoura-pecuária-floresta

INCRA- Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INCT- Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia

INMET- Instituto Nacional de Meteorologia

Inmet- Instituto Nacional de Meteorologia

INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

INPH- Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias

INPOH- Instituto Nacional de Pesquisas Oceânicas e Hidroviárias

IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change

IPEA- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

ITA- Instituto Tecnológico de Aeronáutica

JBRJ- Jardim Botânico do Rio de Janeiro

LOSAN- Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional



Mapa- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento	OMS- Organização Mundial da Saúde
MC- Mudança do Clima	ONG- Organização não governamental
MCid- Ministério das Cidades	ONS- Operador Nacional do Sistema Elétrico
MCTI- Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação	ONU- Organização das Nações Unidas
MD- Ministério da Defesa	OPAS- Organização Panamericana de Saúde
MDA- Ministério do Desenvolvimento Agrário	PAA- Programa de Aquisição de Alimentos
MDIC- Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior	PAC- Programa de Aceleração do Crescimento
MDS- Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome	PBMC- Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
MEC- Ministério da Educação	PD- Plano Diretor Municipal
MI- Ministério da Integração Nacional	PELD- Programa Ecológico de Longa Duração
MMA- Ministério do Meio Ambiente	PGPM- Bio- Política de Garantia de Preço Mínimo para os Produtos da Sociobiodiversidade
MME- Ministério de Minas e Energia	PHE- Plano Hidroviário Estratégico
MPA- Ministério da Pesca e Aquicultura	PIB- Produto Interno Bruto
MPA- Ministérios como Pesca e Aquicultura	PIRATA- Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic
MPOG- Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão	PLANAPO- Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica
MRV- monitoramento, reporte e verificação	Plansab- Plano Nacional de Saneamento Básico
MS- Ministério da Saúde	PLANSAN- Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional
MT- Ministério dos Transportes	
OMMA- órgãos municipais de meio ambiente	

PMCMV- Programa Minha Casa, Minha Vida	PPA- Plano Plurianual
PMRR- Plano Municipal de Redução de Risco	PPCaatinga- Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas da Caatinga
PNA- Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima	PRA- Programa de Regularização Ambiental
PNAD- Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios	PROAGRO- Programa de Garantia da Atividade Agropecuária
PNAE- Programa Nacional de Alimentação Escolar	PROAGRO Mais- Programa de Garantia da Atividade Agropecuária da Agricultura Familiar
PNBOIA- Programa Nacional de Boias	PRODES- Projeto de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal
PNBSB- Plano Nacional para a Promoção dos Produtos da Sociobiodiversidade	PRONAF- Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PNGATI- Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental	PSA- Pagamento por Serviços Ambientais
PNGC- Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro	PSMC-Saúde- Plano Setorial da Saúde para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima
PNLT- Plano Nacional de Logística e Transportes	PSR- Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural
PNMC- Política Nacional sobre Mudança do Clima	PSTM- Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação e Adaptação a Mudanças do Clima
PNMU- Política Nacional de Mobilidade Urbana	ReBentos- A Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros
PNRH- Plano Nacional de Recursos Hídricos	Ripsa- Rede Interagencial de Informações para a Saúde
PNSAN- Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional	RL – Reserva Legal
PNSB- Plano Nacional de Saneamento Básico	

SAE- Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República	SESAI – Secretaria Especial de Saúde Indígena
SAN- Segurança Alimentar e Nutricional	SFB- Serviço Florestal Brasileiro
SAS- Secretaria de Atenção à Saúde	SGEP- Secretaria de Gestão Estratégica e Participativa
SBF- Secretaria de Biodiversidade e Florestas	SGM/MME- Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas e Energia
SCenAgri- Simulação de Cenários Agrícolas Futuros	SGTES- Secretaria da Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde
SCTIE- Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos	SIBBR- Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira
SDP/MDIC- Secretaria do Desenvolvimento da Produção do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior	SIMCosta- Sistema de Monitoramento da Costa Brasileira
SE- Secretaria Executiva	SIN- Sistema Interligado Nacional
SEAF – Seguro da Agricultura Familiar	Singreh- Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SECIRM- Comissão Interministerial para os Recursos do Mar	SINPDEC- Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
SEDEC- Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil	SISAM- Sistema de Informações Ambientais Integrado à Saúde
SEDR- Secretaria de Desenvolvimento Rural Sustentável	SISAN- Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional
SEMA- Secretaria de Estado de Meio Ambiente	Sisdiagro- Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária
SEP- Secretaria de Portos da Presidência da República	SISNAMA- Sistema Nacional de Meio Ambiente
SES/SP- Secretaria Estadual de Saúde de São Paulo	SMC Brasil- Sistema de Modelagem Costeira brasileiro

SMCQ- Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental	UFRJ- Universidade Federal do Rio de Janeiro
SNIRH- Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos	UFRN- Universidade Federal do Rio Grande do Norte
SNV- Sistema Nacional de Viação	UFSC- Universidade Federal de Santa Catarina
SOMABRASIL – Sistema de Observação e Monitoramento da Agricultura no Brasil	UNB- Universidade de Brasília
SPU- Secretaria de Patrimônio da União	UNFCCC- United Nations Framework Convention on Climate Change
SRAG- Síndrome respiratória aguda grave	UNIFESP- Universidade Federal de São Paulo
SREX- Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation	UR- Uso Restrito
SRHU- Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano	USP- Universidade de São Paulo
SSD- Sistemas de Suporte à Decisão	VBP- Valor Bruto da Produção
SUDENE- Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste	V-DL- 5ª Divisão de Levantamento do Exército
SUS- Sistema Único de Saúde	Vigiágua- Vigilância da qualidade da água para consumo humano
SVS- Secretaria de Vigilância em Saúde	Vigiar- Vigilância em saúde de Populações Expostas à Poluição Atmosférica
UCs- Unidades de Conservação Estratégia de Cidades	Vigidesastres- Vigilância em saúde ambiental dos riscos associados aos desastres
UERJ- Universidade Estadual do Rio de Janeiro	VLTs- veículo leve sobre trilhos
UFBA- Universidade Federal da Bahia	WHO- World Health Organization
UFC- Universidade Federal do Ceará	ZC- Zona Costeira Brasileira
UFRGS- Universidade Federal do Rio Grande do Sul	



Ministério do  
**Meio Ambiente**

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PÁTRIA EDUCADORA

