

# ADAPTAÇÃO COM BASE EM ECOSISTEMAS NO PLANO NACIONAL DE ADAPTAÇÃO

Por

**RONALDO WEIGAND JR., Ph.D.**

Consultor

Elaborado para

**Projeto BRA/11/001**

**Apoio para elaboração do componente biodiversidade do Plano  
Nacional de Adaptação à Mudança do Clima.**

**2015**

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	3
1.1. Objetivos: .....	5
1.2. Metodologia:.....	5
2. Conceitos.....	6
2.1. Definições de AbE.....	6
2.1.1. AbE no relatório da Fundação Grupo Boticário .....	6
2.1.2. AbE no PNA .....	8
2.2. Níveis da definição de AbE .....	9
3. Recomendações de AbE no PNA.....	10
4. Exposição.....	10
5. Vulnerabilidades.....	12
5.1. Agricultura.....	14
5.2. Biodiversidade e Ecossistemas.....	15
5.3. Cidades .....	16
5.4. Desastres Naturais .....	16
5.5. Indústria e Mineração .....	17
5.6. Infraestrutura (Energia*, Transportes e Mobilidade Urbana) .....	17
5.7. Povos e Comunidades Vulneráveis .....	18
5.8. Recursos Hídricos .....	19
5.9. Saúde.....	20
5.10. Segurança Alimentar e Nutricional .....	20
5.11. Zonas Costeiras .....	20
6. Medidas de adaptação recomendadas e sua relação com a biodiversidade.....	21
6.1. Medidas não-AbE .....	22
6.2. Adaptação com base Ecosistêmica.....	24
6.3. Políticas públicas relacionadas com AbE.....	26
7. Considerações Finais e Recomendações.....	29
7.1. Exposição, Vulnerabilidades e Medidas de Adaptação à Mudança do Clima.....	29
7.2. O potencial da Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE).....	30
8. Referências.....	32

## 1. INTRODUÇÃO

O Plano Nacional de Adaptação (PNA) é um instrumento da Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187/09) que, em seu artigo 4º, inciso V, estabelece a necessidade de implementação de medidas para promover a adaptação à mudança do clima pelas três esferas da Federação. Durante um tempo, os debates no Brasil acerca da mudança do clima enfatizaram mais a mitigação que a adaptação à mudança do clima. Com os sucessos iniciais da redução de emissões de gases de efeito estufa, especialmente a partir da redução no desmatamento, e com o avanço da ciência do clima e a percepção mais forte dos impactos de eventos extremos, o País vai se descobrindo vulnerável, reforçando a necessidade de adaptação.

Modelos climáticos para prever a mudança do clima vêm sendo desenvolvidos. Eles preveem alterações importantes nos padrões climáticos, e vêm sendo utilizados para estimar o impacto em diversos setores. No PNA, que está em processo de consulta pública no Ministério do Meio Ambiente, os impactos sobre o Brasil foram estimados e medidas de adaptação foram propostas para os seguintes “setores”<sup>1</sup>: 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.

O PNA trabalha com duas perspectivas de tempo: 1) de curto prazo, com quatro anos, que coincide com o prazo de planejamento do Plano Plurianual do governo federal; 2) de longo prazo, até 2040 ou 2050, que coincide com o primeiro horizonte temporal de projeções climáticas dos modelos, normalmente expressas em 2040, 2070 e 2100.

O PNA foi elaborado com base em uma série de princípios, e entre eles está o princípio 8:

*8. Promover e integrar a metodologia de **Adaptação baseada em Ecossistemas**<sup>2</sup> transversalmente nos setores para o uso dos serviços ecossistêmicos como estratégia alternativa de adaptação.*

Este trabalho trata da integração transversal da **Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE)** no PNA, procurando identificar, nos diversos capítulos setoriais, onde a abordagem foi utilizada e onde poderia ser aplicada, visando ao horizonte temporal de 2040.

O PNA apresenta um resumo dos principais serviços ecossistêmicos que podem ser utilizados no desenvolvimento de medidas de AbE e os setores beneficiados (resumo adaptado na Tabela 1). De acordo com o PNA,

*Os serviços [ecossistêmicos] que se relacionam com a redução da vulnerabilidade a mudança do clima são principalmente os de suporte e regulação. Eles podem contribuir com a adaptação a*

---

<sup>1</sup> Referidos como “setores” no PNA, essa divisão expressa recortes regionais, temáticos e setoriais. Por exemplo, não há um setor de “desastres naturais” ou de “cidades”, que são temas de políticas públicas. Já “agricultura” e “indústria” são setores propriamente ditos, enquanto “zona costeira” expressa um recorte regional. Segundo o PNA, “a abordagem setorial e temática adotada observa, além da determinação legal dos temas setoriais, critérios de divisão de competências no âmbito Governo Federal, bem como prioridades e urgências em relação à vulnerabilidade”.

<sup>2</sup> Nossa ênfase.

*mudança do clima em quase todos os setores e atividades econômicas, contribuindo para a construção do conceito de Adaptação baseada em Ecossistemas.*

**Tabela 1: Resumo dos principais serviços ecossistêmicos que podem ser utilizados no desenvolvimento de medidas de AbE e os setores beneficiados (adaptada do PNA).**

<b>Elemento da biodiversidade</b>	<b>Serviço Ecossistêmico</b>	<b>Efeito</b>	<b>Setores</b>
<b>Ecossistemas de Florestas e Formações Vegetais Nativas</b>	Regularização do ciclo hidrológico	Conservação da quantidade e qualidade da água; Auto regulação da dinâmica de fluxos hidrológicos	Atividades econômicas dependentes de Recursos hídricos como: Energia, Agricultura, Indústria, Transportes aquaviários, Turismo; Desenvolvimento urbano
	Preservação de margens	(Redução da vulnerabilidade dos Recursos Hídricos)	Bem-estar humano: Saúde, Segurança hídrica e alimentar, Populações vulneráveis
	Filtro contra sedimentos e poluentes		
	Provisão de serviços climatológicos		
	Controle da variação dos fluxos das vazões	Redução de enchentes	Redução de riscos de desastres, Desenvolvimento urbano, Saúde, Populações vulneráveis
	Aumento da permeabilidade da bacia		
	Redução da exposição do solo nu	Minimização de erosão e riscos de deslizamento em áreas declivosas,	Redução de riscos de desastres, Desenvolvimento urbano; Populações vulneráveis
Proteção de terras secas por vegetação típica semiárida	Minimização de desertificação	Agricultura, e Segurança alimentar, Populações vulneráveis	
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 urbano, Populações vulneráveis, Saúde, Bem-estar	
Conservação de espécies	Manutenção dos processos ecossistêmicos	Biodiversidade e todos os setores econômicos que dependem direta e indiretamente de serviços ecossistêmicos	
<b>Indivíduos da fauna e flora</b>	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
		Diversificação de dietas	Segurança alimentar; Populações vulneráveis
	Espécies vetores e reservatórios silvestres de doenças	Exposição de Populações Humanas	Saúde; Bem-estar humano, Populações vulneráveis

<b>Elemento da biodiversidade</b>	<b>Serviço Ecosistêmico</b>	<b>Efeito</b>	<b>Setores</b>
<b>Manguezais</b>	Proteção da região costeira;	Redução da vulnerabilidade ao aumento do nível do mar, tempestades marinhas e eventos extremos	Redução de riscos de desastres, Desenvolvimento urbano, Indústria, Infraestrutura costeira e de transporte.
	Controle da flutuação da vazão de rios na região costeira e estuários;		Recorte territorial da Zona Costeira
	Controle de processos erosivos e movimentação da linha de costa		
	Viveiros e conservação da biodiversidade marinha	Conservação de estoques pesqueiros	Segurança alimentar, Aquicultura, Populações vulneráveis Recorte territorial da Zona Costeira
<b>Corais</b>	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
	Viveiros e conservação da biodiversidade marinha	Conservação de estoques pesqueiros	Segurança alimentar, Aquicultura, Populações vulneráveis Recorte territorial da Zona Costeira

### 1.1. OBJETIVOS:

Este trabalho tem como objetivos:

- Sistematizar as formas de exposição à mudança do clima e as vulnerabilidades encontradas em todos os setores da PNA (horizonte temporal de 2040).
- Sistematizar as medidas recomendadas para reduzir as vulnerabilidades de todos os setores, identificando as medidas de AbE.
- Identificar potenciais conflitos das medidas de adaptação de outros setores com a conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.
- Avaliar e identificar como a AbE pode ser aplicada para reduzir as vulnerabilidades em todos os setores do PNA.

### 1.2. METODOLOGIA:

Para a elaboração deste trabalho, foram realizadas as seguintes atividades:

- Revisão do relatório sobre AbE produzido pela Fundação O Boticário (Fundação Grupo Boticário, 2014).
- Breve revisão bibliográfica dos trabalhos citados pela Fundação Grupo Boticário (2014) e outras fontes.
- Compilação de:

- Fatores de “exposição” dos capítulos setoriais do PNA.
- Vulnerabilidade dos capítulos setoriais do PNA e de suas medidas de adaptação.
- Medidas de adaptação dos setores, identificando as que são potencialmente conflitivas com a conservação da biodiversidade e as que podem ser consideradas “medidas de AbE”, e as políticas públicas relacionadas.

## 2. CONCEITOS

### 2.1. DEFINIÇÕES DE ABE

Neste Produto de consultoria, vamos dialogar mais com a definição de AbE adotada pelo trabalho de referência do MMA, desenvolvido para a Fundação Boticário (Fundação Grupo Boticário, 2014) e a definição de AbE disponibilizada no próprio PNA. Entretanto, há outras definições na literatura e alguns exemplos são:

*... abordagens de adaptação baseadas em ecossistemas (ABE), que integram o uso da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos numa estratégia ampla de ajudar as pessoas a adaptarem aos impactos adversos da mudança do clima. ABE inclui o manejo sustentável, conservação e restauração de ecossistemas e recursos naturais para prover serviços que ajudam as pessoas a se adaptarem à incerteza, variabilidade e mudança climática. (Reid, 2011).*

*Adaptação com base ecossistêmica, usa a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos dentro de uma ampla estratégia de adaptação. Ela inclui o manejo sustentável, conservação e restauração de ecossistemas para prover serviços que ajudam as pessoas a se adaptarem aos efeitos adversos da mudança climática (UNFCCC/SBSTA, 2013).*

*Adaptação com base Ecossistêmica (ABE) é uma abordagem emergente de desenvolvimento que integra a conservação do ecossistema com práticas de base comunitária para produzir bens e serviços sustentáveis (Sterrett, 2011, apud Nandy e Ahammad, 2012).*

*ABE trata do papel dos serviços ambientais na redução da vulnerabilidade de sociedades dependentes em recursos naturais à mudança do clima numa abordagem multisetorial e multiescala (Vignola et al. 2009). Ou seja, ABE pode ser definida como medidas usando bens e serviços ambientais para adaptação da sociedade (Wertz-Kanounnikoff et al., 2011).*

#### 2.1.1. ABE NO RELATÓRIO DA FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO

A Fundação Grupo Boticário (2014) adotou a definição de Travers *et al.* (2012), segundo a qual **adaptação com base em Ecossistemas** é o

*uso dos serviços ecossistêmicos e da biodiversidade como parte de uma estratégia de adaptação ampla para auxiliar as pessoas e as comunidades a se adaptarem aos efeitos negativos das mudanças climáticas em nível local, nacional, regional e global (Travers et al., 2012, p. 8).*

Esta definição implica que AbE é:

1. *Parte de uma estratégia holística:* Serviços ecossistêmicos e da biodiversidade são parte de uma estratégia de adaptação mais ampla, não sendo aplicados isoladamente.
2. *Orientada com foco nas pessoas e comunidades:* Há um foco em pessoas e comunidades, sem um foco específico em setores da economia e da sociedade, ou empresas.

3. *Multi-escala*: Trata-se da adaptação aos efeitos negativos das mudanças climáticas em nível local, nacional, regional e global.

O segundo ponto (foco em comunidades) revela um viés devido à origem da AbE, que evoluiu como prática a partir da Adaptação com base Comunitária (Pérez, Fernández e Gatti, 2010), preservando os princípios e vieses voltados ao trabalho com comunidades no uso de serviços ecossistêmicos e da biodiversidade para adaptação. Por exemplo, no maciço Chingaza nos ecossistemas de altitude da Colômbia, foram utilizadas abordagens comunitárias, como “planos de vida de adaptação”, que são “processos documentados e iniciativas formais socioparticipativas em torno da adaptação à mudança do clima”, juntamente com a recuperação da vegetação e sistemas agroflorestais (Pérez *et al.*, 2010). Entretanto, caso se tratasse de uma região de agronegócios ou indústrias, serviços ecossistêmicos e a biodiversidade também poderiam ser usados para a adaptação.

Como resultado desse histórico da evolução do conceito, os guias, roteiros e revisões muitas vezes preservam esse viés, incluindo a revisão e estudos de caso elaborados pela Fundação Grupo Boticário para a Fundação Boticário (Fundação Grupo Boticário, 2014). Os casos citados pela Fundação Grupo Boticário e nos trabalhos que foram revisados para a publicação também tratam de projetos locais, com foco comunitário, que tanto podem ser classificados como de AbE como de **Adaptação com base Comunitária (AbC)**.

No levantamento desenvolvido, a Fundação Grupo Boticário (2014) propõe os seguintes critérios para o reconhecimento de **projetos de AbE**:

*Envolver uso da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos com ações de conservação, recuperação e/ou gestão de ecossistemas;*

*Objetivar medidas de adaptação para pessoas e comunidades;*

*Aplicar lentes climáticas, preferencialmente conduzindo estudos de avaliação de vulnerabilidade e envolver processos participativos de múltiplos atores.*

A partir desses critérios, também se verifica a aproximação de AbE com AbC na abordagem utilizada. As melhores práticas selecionadas pela Fundação Grupo Boticário estão na Tabela 2.

**Tabela 2: Melhores práticas em AbE selecionadas pela Fundação Grupo Boticário (2014).**

Nome do Projeto	Critérios para ser considerado AbE
Adaptação baseada em Ecossistemas em Regiões Marinhas, Terrestres e Costeiras - Brasil - (B.01)	Lente climática, Avaliação de vulnerabilidade; identificação de medidas de adaptação; processo participativo.
CARPPIVA project: Carpathian integrated assessment of vulnerability to climate change and ecosystem-based adaptation measures – Europa (E.01)	Lente climática. Estudos de Avaliação da vulnerabilidade; identificação e avaliação de medidas de adaptação, análises de custo-benefício, inventário de dados e análise de lacunas de informação, consulta a partes interessadas e sistema de conhecimento apoiado na Web com informações sobre a vulnerabilidade dos recursos hídricos, de sistemas de produção baseados em ecossistemas e em medidas de AbE.
Plano Nacional Integrado de Adaptação	Lente climática. Identificação dos serviços dos ecossistemas mais vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas e a relação destes serviços com a estrutura e função dos ecossistemas. Processo participativo das comunidades locais.

Nome do Projeto	Critérios para ser considerado AbE
(INAP), Colômbia – América Latina e Caribe (ALC.04)	
Tonle Sap (AS.12)	Lente climática. Análise de cenários de mudanças climáticas para determinar que áreas dos ecossistemas da região teriam maior propensão a inundações no futuro. Processo participativo com a comunidade de forma a encorajar a busca por novas fontes de renda.
Lidando com a seca e a mudança do clima no distrito de Chiredzi (AF.11)	Lente climática. Monitoramento climático e análise das bacias hidrográficas para apoiar a iniciativa de adaptação à seca baseada nas comunidades. Plano de gestão de captação de água, técnicas de agricultura sustentável e gestão dos recursos naturais.
Building Interactive Decision Support to Meet Management Objectives for Coastal Conservation and Hazard Mitigation on Long Island, New York, USA (AN.07)	Lente climática. Construção de um banco de dados espacial e um aplicativo de mapas interativo para fornecer apoio a decisões acerca de conservação e diminuição de riscos climáticos.  Construção de um website ( <a href="http://www.coastalresilience.org/">www.coastalresilience.org/</a> ) que explica a abordagem, os métodos e as estratégias de AbE. Identificação de alternativas viáveis para a redução de perdas e da vulnerabilidade das comunidades costeiras (pessoas e ecossistemas).
Kimbe Bay: Desenho científico de uma rede resiliente de áreas marinhas protegidas (OC.02)	Lente climática. Planejamento de uma rede de Áreas de Proteção Marinha visando conservar a biodiversidade marinha e os recursos naturais e atender a necessidade de gestão desses recursos, de forma a assegurar a continuidade da prestação de serviços ecossistêmicos. Consultas às comunidades locais para incorporação das propostas da sociedade.

No âmbito de projetos e na busca por experiências *com foco comunitário*, os critérios se justificam, mas não no caso de grandes políticas públicas, como a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei 12.251/2012) ou a Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei 9.985/2000), ou de iniciativas como a do Programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA) ou do Cadastro Ambiental Rural (CAR), que, apesar de não atenderem aos três critérios utilizados pela Fundação Grupo Boticário são fundamentais na promoção dos serviços ecossistêmicos e da biodiversidade na adaptação à mudança do clima.

A definição de AbE e os critérios que têm sido adotados criam a falsa impressão de que o uso de serviços ecossistêmicos e da biodiversidade para adaptação, diferente de outras formas de adaptação, é sempre local e voltado a comunidades, quando o seu potencial é mais amplo.

### 2.1.2. AB E NO PNA

Quando se elabora um Plano Nacional de Adaptação com base setorial, os roteiros e mesmo os estudos de caso são frequentemente inadequados ou incompletos para o enfoque setorial, sendo difíceis de serem incorporados, por exemplo, nos diferentes setores, a não ser quando são definidos em termos de comunidades (por exemplo, povos e comunidades vulneráveis) e locais (cidades, zona costeira). A partir dos estudos de caso levantados pela Fundação Grupo Boticário (2014) fica difícil achar exemplos do “uso dos serviços ecossistêmicos e da biodiversidade como parte de uma estratégia de adaptação mais ampla” da agricultura ou da indústria, por exemplo.

O PNA utiliza uma definição mais ampla de AbE, com foco na sociedade (em vez de pessoas e comunidades), mais apropriada ao seu foco setorial:

*A Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) faz uso da gestão, conservação e restauração de ecossistemas com o intuito de fornecer serviços ecossistêmicos que possibilitem a sociedade se adaptar aos impactos da mudança do clima.*

A estratégia mais ampla de adaptação deve abranger, tanto medidas convencionais, quanto medidas de AbE, integradas nas políticas públicas.

## 2.2. NÍVEIS DA DEFINIÇÃO DE ABÉ

AbE pode ser vista em três níveis:

- **Medidas de AbE:** muitas vezes tratadas de “infraestrutura verde”, em oposição a “infraestrutura cinza”, são os resultados de ações ou *serviços de conservação*, isto é, *preservação, conservação, recuperação e uso sustentável dos ecossistemas e da biodiversidade*<sup>3</sup> com a finalidade de adaptação à mudança do clima. Incluem, por exemplo, áreas protegidas, restauração de áreas de preservação permanente e reservas legais, recomposição de manguezais e encostas desmatadas, etc. Essas ações podem ser implementadas por comunidades assim como por ONGs, propriedades rurais, empresas, comitês de bacia, governos nas três esferas, etc.
- **Projetos de AbE:** iniciativas concretas, envolvendo a implementação de ações em comunidades locais, como os casos coletados pela Fundação Grupo Boticário.
- **Políticas de apoio a medidas de AbE:** conjunto de incentivos, leis e regulamentos e instituições de governança que favorecem as medidas de AbE no contexto mais amplo da adaptação à mudança do clima. Incluem a Lei de Proteção da Vegetação Nativa, a Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, os programas de recuperação ambiental (PRAs), entre outras medidas que cada vez mais se justificam com base nas projeções climáticas. O fato de uma política não ter sido iniciada com uma lente climática não a torna menos importante para AbE. Então, não se trata da intenção inicial, mas do sentido que se dá a uma política ou legislação no PNA.
- **Estratégias de AbE:** conjunto de medidas de AbE e políticas de apoio a medidas de AbE prioritárias para redução da vulnerabilidade em escalas regionais, nacionais e setoriais.

AbE no nível de pequenos projetos não será suficiente para promover a adaptação necessária no País, precisando ser integrado às estratégias setoriais do PNA e nas estratégias nacionais de conservação da biodiversidade. Se tratado de forma mais abrangente, AbE seria mais útil a governos nas três esferas e a empresas públicas e privadas, além de comunidades.

AbE vai além da restauração de ecossistemas com a finalidade de adaptação e inclui também a conservação e o uso sustentável. Assim, AbE se aproxima do conceito de conservação da natureza da Lei 9.985/2000, pois poderia ser definido como o “manejo do uso humano da natureza, compreendendo a preservação, a manutenção, a utilização sustentável, a restauração e a recuperação do ambiente natural” com o intuito de fornecer serviços ecossistêmicos que possibilitem a sociedade se adaptar aos impactos da mudança do clima.

Além disso, AbE pode ser alcançado por meio de uma *melhor repartição de benefícios da biodiversidade*. No atual estágio (incipiente) da integração da conservação da natureza na

---

<sup>3</sup> Adaptação da definição de “conservação da natureza” na Lei Nº 9.985/2000.

economia é frequente que potenciais benefícios da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos deixem de ser aproveitados e, quando são, é comum serem mal distribuídos<sup>4</sup>. Assim, num contexto de mudança do clima, a AbE pode estar no melhor aproveitamento e repartição dos benefícios da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.

### **3. RECOMENDAÇÕES DE AB E NO PNA**

AbE aparece de forma mais detalhada na seção 5 do Capítulo de Biodiversidade, como parte da análise da relação entre Biodiversidade e outros setores. O PNA faz as seguintes recomendações:

- 1. O conceito de AbE deve ser incorporado pelos tomadores de decisão nos setores identificados.*
- 2. Ações e projetos de AbE e serviços ecossistêmicos devem ser integrados às ações, planos, estratégias e políticas públicas entre os setores, especialmente os mais vulneráveis e os que se beneficiam de serviços ecossistêmicos.*
- 3. Desenvolver ferramentas de avaliação econômica e modelagem para estratégia de AbE para auxiliar no processo de tomada de decisão.*
- 4. Elaborar ou adaptar políticas públicas efetivas com incentivos econômicos para opções por AbE.*
- 5. Priorizar medidas de adaptação que geram benefícios ambientais, econômicos e ou sociais, independente das incertezas atreladas às previsões.*
- 6. Desenvolver oportunidades de financiamento, e divulgar fundos existentes. 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.*

### **4. EXPOSIÇÃO**

Os capítulos do PNA (versão para consulta pública) foram lidos, procurando identificar a *exposição* como os aspectos do clima que deverão mudar causando efeitos negativos sobre os setores.

Para fazer essa compilação, numa planilha, cada exposição foi identificada nos setores em que foi identificada. O resultado dessa análise é descrito a seguir na forma de texto e gráfico.

Foram identificadas 14 formas de exposição à Mudança do Clima (MC), sendo 10 terrestres/atmosféricas e quatro aquáticas (marinhas e de águas interiores):

---

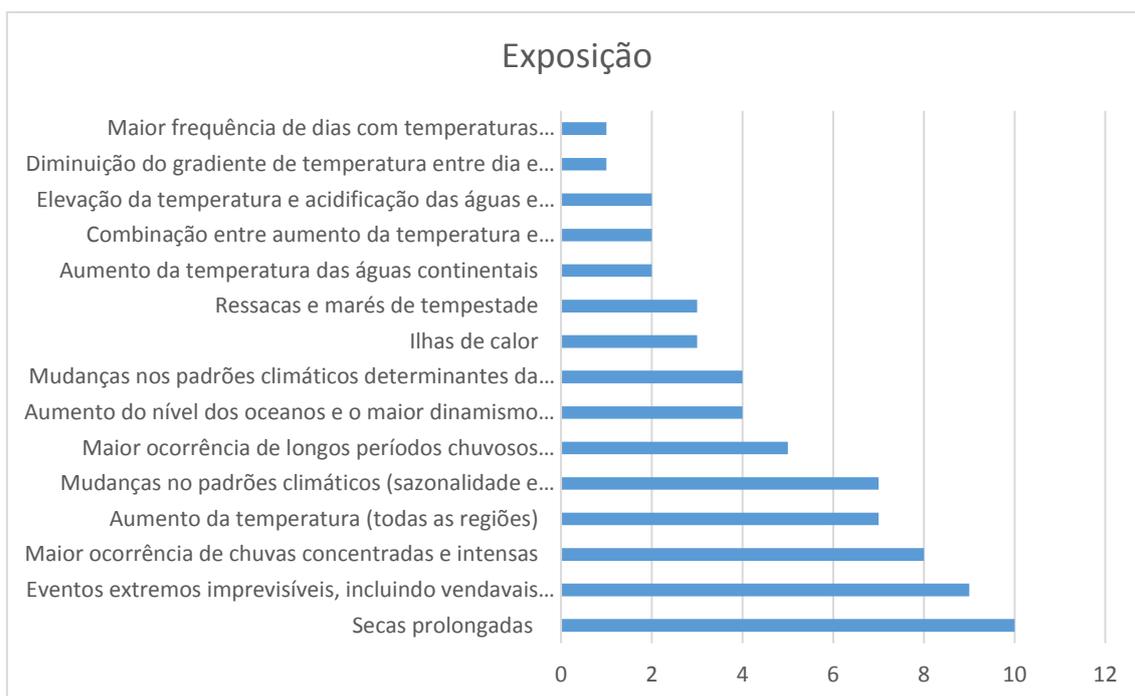
<sup>4</sup> Alguns exemplos: a) apesar dos impactos da mudança do clima sobre a biodiversidade, com a melhor regulamentação, mais medicamentos podem ser desenvolvidos a partir da biodiversidade, mas são necessárias medidas de repartição de benefícios para que os recursos originados seja bem distribuídos, de forma igualitária; e b) grande parte da pesca é frequentemente apropriada por empresas comerciais, sendo que os impactos da mudança do clima podem ser maiores na pesca artesanal, mas com medidas de proteção e manejo, como reservas extrativistas e cotas de pesca, os impactos sobre os pescadores artesanais podem ser reduzidos.

- Terrestres/atmosféricas:
  - Aumento da temperatura (todas as regiões)
  - Combinação entre aumento da temperatura e redução da pluviosidade (todas as regiões, exceto sul do País)
  - Maior frequência de dias com temperaturas extremas, sejam altas ou baixas
  - Diminuição do gradiente de temperatura entre dia e noite
  - Ilhas de calor
  - Maior ocorrência de chuvas concentradas e intensas
  - Maior ocorrência de longos períodos chuvosos (região Norte)
  - Mudanças nos padrões climáticos (sazonalidade e intensidade dos fatores climáticos)
  - Secas prolongadas
  - Eventos extremos imprevisíveis, incluindo vendavais e ciclones (na Região Sul)
  - Mudanças nos padrões climáticos determinantes da fenologia das espécies
- Aquáticas:
  - Ressacas e marés de tempestade
  - Aumento do nível dos oceanos e o maior dinamismo das paisagens costeiras
  - Elevação da temperatura e acidificação das águas e mudanças na salinidade do mar
  - Aumento da temperatura das águas continentais

Um conjunto de fatores climáticos que mudarão diz respeito à **temperatura**, seja o **aumento da temperatura média**, por si ou **combinado com a redução da precipitação**, seja a ocorrência de **temperaturas extremas** (altas ou baixas) e a **diminuição dos gradientes de temperatura entre o dia e a noite**. Outro conjunto diz respeito à **precipitação**, que pode **aumentar (no sul do Brasil) ou diminuir (no restante do País) na média anual**, ou ocorrer de forma **concentrada e intensa**, deixando outros períodos mais secos, mesmo que a precipitação média anual não mudasse, criando **secas prolongadas**, acentuadas no caso de diminuição da precipitação média. Outro fenômeno de temperatura, as **ilhas de calor** podem ocasionar chuvas intensas nas grandes cidades. Precipitação intensa ou prolongada e secas mais longas são considerados os eventos principais, que podem envolver também **vendavais e ciclones**. **Mudanças na sazonalidade dos fatores climáticos** influenciam a fenologia das espécies nativas, domesticadas ou nocivas.

O clima envolve fenômenos atmosféricos, mas a mudança climática também envolve **alterações na hidrosfera**. Nos oceanos, os capítulos destacam os eventos extremos ligados a **ressacas e marés de tempestade e o aumento do nível do mar** que, juntos, causarão maior dinamismo das paisagens costeiras. Também são apontadas mudanças na água como ambiente de vida, incluindo a **elevação da temperatura e a acidificação das águas marinhas e mudanças na salinidade do mar**, e o **aumento da temperatura das águas continentais**. Consideramos essas alterações como parte da *exposição*.

As secas prolongadas foram a forma de exposição mais citada pelos setores do PNA, seguida do aumento da ocorrência de eventos extremos, de chuvas concentradas e intensas, e da temperatura. Entre as formas de exposição aquáticas, o aumento dos oceanos foi a forma mais citada (Figura 1).



**Figura 1: Formas de exposição à mudança do clima citadas pelos capítulos do PNA.**

## 5. VULNERABILIDADES

Segundo o arcabouço conceitual do IPCC AR 3 e 4, vulnerabilidade é a combinação de exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa. As medidas de adaptação propostas no PNA visam reduzir a vulnerabilidade de todos os setores. Nesta seção, apresentamos as vulnerabilidades encontradas nos diferentes setores da PNA, de acordo com a *exposição* apontada nos capítulos do PNA.

Para fazer essa compilação, numa planilha, cada vulnerabilidade foi associada a uma ou mais das exposições identificadas no PNA, marcando-se os setores em que foram identificadas. Na medida do possível, a redação original foi mantida, mas quando a vulnerabilidade foi identificada em mais de um setor ou quando o texto era longo, a redação foi alterada. O resultado dessa análise é descrito a seguir, com textos e tabelas.

A partir da leitura dos capítulos do PNA, puderam ser identificadas 86 vulnerabilidades, sendo as mais importantes, em termos de número de setores afetados, a existência de habitações, negócios e rodovias em áreas de risco (deslocamentos de massa e inundações), as inundações bruscas (especialmente, Sul, Sudeste e ao longo da costa), as inundações graduais, as perdas derivadas da imprevisibilidade de ocorrências climáticas (secas, inundações, vendavais, etc.), as enxurradas e a erosão do solo, e o aumento da ocorrência de cheias e secas graduais. A Tabela 3 descreve as vulnerabilidades mais citadas pelos capítulos setoriais.

**Tabela 3: Vulnerabilidades mais citadas pelos diferentes setores do PNA, de acordo com a exposição.**

<b>Vulnerabilidade</b>	<b>Total de setores</b>
Habitacões, negócios e rodovias em áreas de risco (deslocamentos de massa e inundações) (PR, SC, Serra do Mar, Serra da Mantiqueira, SE de MG, e pontos no NE).	5
Inundações bruscas (especialmente, Sul, Sudeste e ao longo da costa)	4
Inundações graduais	4
Perdas derivadas da imprevisibilidade de ocorrências climáticas (secas, inundações, vendavais, etc.)	3
Enxurradas e erosão	3
Cheias e secas graduais (pequenas cidades) (norte e nordeste)	3
Branqueamento de recifes de coral, florações de algas marinhas nocivas, e perda da produtividade pesqueira e da biodiversidade associada	2
Cidades: Doenças de veiculação hídrica	2
Movimentos de massa (deslizamentos, com maior incidência e danos no Sudeste e no Sul)	2
Redução da qualidade das águas dos rios, com impactos sobre a biota e a saúde humana	2
Redução da vazão dos rios afetando biodiversidade, energia e abastecimento humano, industrial e agrícola (exceto região Sul)	2
Paisagens costeiras mais dinâmicas, com perda de habitats	2
Maior aporte de nutrientes para os corpos d'água promove o crescimento de algas causando a morte de peixes e alterações na cadeia alimentar.	2
Populações mais pobres habitam áreas mais suscetíveis a desastres que se tornarão mais comuns, sejam súbitos (inundações) ou graduais (cheias e secas)	2
Alteração do ritmo dos processos químicos e biológicos que afetam a qualidade das águas, com redução nas concentrações de oxigênio dissolvido, que reduz a capacidade de autodepuração das águas	2

Em termos de número de vulnerabilidades, as principais formas de exposição são as secas prolongadas, a combinação entre aumento da temperatura e a redução da pluviosidade média (em todas as regiões, exceto no Sul, onde a pluviosidade vai aumentar junto com a temperatura. Em seguida, vêm as ocorrências de chuvas concentradas e intensas (associadas a pequenos períodos de seca), eventos extremos (geralmente associados a excesso de precipitação) e os longos períodos chuvosos. Em seguida, estão as alterações no clima que não estão ligadas a parâmetros médios, mas a variações de temperaturas e padrões climáticos que governam as atividades humanas e os fenômenos biológicos (Tabela 4).

**Tabela 4: Número de vulnerabilidades por exposição.**

<b>Exposição</b>	<b>No. de Vulnerabilidades</b>
------------------	--------------------------------

Secas prolongadas	29
Combinação entre aumento da temperatura e redução da pluviosidade (todas as regiões, exceto sul do País)	28
Aumento da temperatura (todas as regiões)	23
Maior ocorrência de chuvas concentradas e intensas	23
Eventos extremos imprevisíveis, incluindo ciclones (na Região Sul)	20
Maior ocorrência de longos períodos chuvosos	13
Mudanças nos padrões climáticos (sazonalidade e intensidade dos fatores climáticos)	13
Maior frequência de dias com temperaturas extremas, sejam altas ou baixas	8
Mudanças nos padrões climáticos determinantes da fenologia das espécies	8
Aumento do nível dos oceanos e o maior dinamismo das paisagens costeiras	7
Elevação da temperatura e acidificação das águas e mudanças na salinidade do mar	5
Diminuição do gradiente de temperatura entre dia e noite.	4
Ressacas e marés de tempestade	4
Aumento da temperatura das águas continentais	3
Ilhas de calor	2

## 5.1. AGRICULTURA

No capítulo de Agricultura, foram encontradas oito vulnerabilidades, associadas a 10 formas de exposição à MC. O aumento da temperatura (em todas as regiões), a combinação entre aumento da temperatura e redução da pluviosidade (todas as regiões, exceto sul do País), e as secas prolongadas deverão causar a **redução da disponibilidade e aumento do consumo de água pelas culturas agrícolas, a redução das áreas de baixo risco climático para todas as culturas, e redução dos níveis de produtividade agropecuária**, com diversos impactos sobre a economia e a sociedade. Duas vulnerabilidades importantes do ponto de vista social e econômico serão os **problemas decorrentes e a elevação dos preços de alguns produtos, devido à perda da capacidade produtiva, sobretudo de alimentos básicos, afetando a inflação**, e numa situação mais grave, o possível **comprometimento da segurança alimentar e nutricional local e regional, gerando insegurança social**.

**Ausência de chuvas nos períodos críticos dos ciclos produtivos** será ocasionada pela maior ocorrência de chuvas concentradas e intensas (deixando outros períodos mais secos) e mudanças nos padrões climáticos (sazonalidade e intensidade dos fatores climáticos), particularmente precipitação. **Enxurradas e erosão do solo** serão aumentadas com a maior ocorrência de chuvas concentradas e intensas, e eventos extremos imprevisíveis, incluindo ciclones (na Região Sul).

Menos chuvas e temperaturas mais altas também deverão resultar na **redução da vazão dos rios afetando a disponibilidade de água para irrigação** (em todas as regiões, exceto na região Sul), que poderia, de outra forma, ser uma forma de adaptação às condições mais secas.

Deverá haver um **forte impacto no metabolismo vegetal e no bem-estar animal, com grandes impactos sobre a capacidade produtiva**, devido à diminuição do gradiente de temperatura entre dia e noite, e maior frequência de dias com temperaturas extremas, sejam altas ou baixas.

## 5.2. BIODIVERSIDADE E ECOSSISTEMAS

O PNA aponta 19 vulnerabilidades associadas a 13 formas de exposição. A combinação entre aumento da temperatura e redução da pluviosidade (todas as regiões, exceto sul do País) deverá ocasionar **mudanças nas fitofisionomias. Em florestas ombrófilas (Amazônia e norte da Mata Atlântica), aumentará a susceptibilidade a incêndios florestais e a mortalidade de espécies mais vulneráveis. No Cerrado, haverá a redução das formações florestais.**

Os **ciclos de vida dos organismos serão afetados** por várias formas de exposição, como o aumento da temperatura (todas as regiões), a combinação entre aumento da temperatura e redução da pluviosidade (todas as regiões, exceto sul do País), a diminuição do gradiente de temperatura entre dia e noite, a maior frequência de dias com temperaturas extremas, sejam altas ou baixas, e as secas prolongadas. Nos ambientes costeiros e marinhos, os organismos serão impactados pelo aumento do nível dos oceanos e o maior dinamismo das paisagens costeiras, e pela elevação da temperatura e acidificação das águas e mudanças na salinidade do mar.

Haverá **mudanças nas interações bióticas devido a alterações na fenologia das espécies**, causadas por aumento na temperatura (todas as regiões), diminuição do gradiente de temperatura entre dia e noite, e mudanças nos padrões climáticos (sazonalidade e intensidade dos fatores climáticos) determinantes da fenologia das espécies. Essas mudanças poderão favorecer algumas espécies e prejudicar outras, mas de forma geral vão desorganizar as comunidades bióticas com consequências negativas à biodiversidade. Além de terem impacto sobre a biodiversidade silvestre, poderão causar **perda da diversidade genética de espécies domesticadas e perda no conhecimento tradicional associado à biodiversidade.**

Uma vulnerabilidade, associada às vulnerabilidades anteriores, e que aumenta a sensibilidade e diminui a capacidade de adaptação dos seres vivos, é a **fragmentação dos ecossistemas**. Ecossistemas fragmentados são mais susceptíveis a secas e incêndios. Numa paisagem fragmentada, as espécies têm menores chances de se adaptar movendo-se para áreas mais favoráveis. Áreas menores de habitat correspondem a populações menores, o que resulta em maior fragilidade das populações silvestres e menor diversidade genética.

Menos chuvas e temperaturas mais altas deverão resultar **na redução da vazão dos rios afetando biodiversidade** (em todas as regiões, exceto na região Sul), e a **redução da qualidade das águas dos rios, com impactos sobre a biota**. Com menos água, os rios e lagos terão mais dificuldade para diluir e absorver poluentes. Temperaturas mais altas reduzirão a quantidade de oxigênio dissolvido na água, tornando a situação mais crítica. Haverá também impactos negativos sobre espécies aquáticas que habitam poças temporárias, que tenderão a durar menos e ficarem menos abundantes.

As **intervenções nos rios que causam a fragmentação desses ecossistemas (interrupções por barragens)** são um fator de sensibilidade e de diminuição a capacidade de adaptação das espécies, já que a migração em busca de condições mais favoráveis ficará mais difícil.

Por outro lado, a maior ocorrência de chuvas concentradas e intensas trará **maior aporte de nutrientes para os corpos d'água, promovendo o crescimento de algas causando a morte de peixes e alterações na cadeia alimentar.**

Temperaturas mais altas causarão **impactos negativos sobre a biota de lagoas costeiras.** A elevação da temperatura e acidificação das águas marinhas e mudanças na salinidade do mar são consequências da maior temperatura e maior concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera, e deverão causar **branqueamento de recifes de coral, florações de algas marinhas nocivas, e perdas da biodiversidade associada e da produtividade pesqueira.**

Ressacas e marés de tempestade, o aumento do nível dos oceanos e o maior dinamismo das paisagens costeiras ocasionarão **perdas de habitats,** especialmente manguezais, apicuns, salgados, dunas costeiras e restingas, prejudicando a biodiversidade associada.

### 5.3. CIDADES

O PNA cita nove vulnerabilidades das cidades, associadas a sete formas de exposição à MC. Eventos extremos imprevisíveis, incluindo ciclones (na Região Sul), e a maior ocorrência de chuvas concentradas e intensas deverão causar **inundações bruscas** (especialmente, Sul, Sudeste e ao longo da costa) e **movimentos de massa** (deslizamentos, com maior incidência e danos no Sudeste e no Sul). Dois fatores de sensibilidade acentuam essas vulnerabilidades: a) **A ocorrência de habitações, negócios e rodovias em áreas de risco** (nos Estados do Paraná e Santa Catarina, ao longo das Serras do Mar e da Mantiqueira, sudeste de Minas Gerais, e pontos no Nordeste); e b) mudanças no uso do solo urbano, com **verticalização das regiões centrais e mais valorizadas, adensamento das periferias, falta de saneamento e redução da permeabilidade do solo** (cidades médias). Esses fatores de exposição, além da maior ocorrência de longos períodos chuvosos em algumas regiões, aumentarão a incidência de **doenças de veiculação hídrica.**

Segundo o PNA, isso será exacerbado pela **existência de comunidades e assentamentos em situações precárias de moradia e urbanização,** que também sofrerão mais pelo aumento da temperatura e com temperaturas extremas (altas ou baixas), e pelo fato de que **as populações mais pobres (e vulneráveis) habitam áreas mais suscetíveis a desastres que se tornarão mais comuns, sejam súbitos (inundações) ou graduais (cheias e secas).**

### 5.4. DESASTRES NATURAIS

O PNA cita nove vulnerabilidades relacionadas a desastres e ocasionadas por seis formas de exposição à MC. Eventos extremos imprevisíveis, incluindo ciclones (na Região Sul) e a maior ocorrência de chuvas concentradas e intensas causarão **inundações bruscas** (especialmente, Sul, Sudeste e ao longo da costa), **enxurradas e erosão, assim como movimentos de massa** (deslizamentos, com maior incidência e danos no Sudeste e no Sul). A existência de **habitações, negócios e rodovias em áreas de risco** (PR, SC, Serra do Mar, Serra da Mantiqueira, SE de MG, e pontos no NE) é um fator de sensibilidade.

**Cheias e secas graduais** (geralmente atingindo pequenas cidades no Norte e Nordeste) serão mais comuns, no caso de seca, devido à combinação entre aumento da temperatura e redução da pluviosidade (todas as regiões, exceto sul do País), e de longos períodos secos, e no caso de cheias, da maior ocorrência de longos períodos chuvosos.

O **desmatamento de APPs com supressão de seus serviços ecossistêmicos**, e o **uso degradante do solo** são fatores de sensibilidade e aumentarão a incidência de desastres associados com a exposição a eventos extremos imprevisíveis, incluindo ciclones (na Região Sul), maior ocorrência de chuvas concentradas e intensas, mudanças nos padrões climáticos (sazonalidade e intensidade dos fatores climáticos) e secas prolongadas. Outro fator de sensibilidade importante é que as **populações mais pobres habitam áreas mais suscetíveis a desastres que se tornarão mais comuns, sejam súbitos (inundações) ou graduais (cheias e secas)**.

Outra vulnerabilidade importante são as perdas derivadas da **imprevisibilidade de ocorrências climáticas**, particularmente os eventos extremos imprevisíveis, incluindo ciclones (na Região Sul), chuvas concentradas e intensas, longos períodos chuvosos e secas prolongadas.

## 5.5. INDÚSTRIA E MINERAÇÃO

O PNA, no capítulo de Indústria e Mineração, aponta cinco vulnerabilidades causadas por nove formas de exposição. Eventos extremos imprevisíveis, incluindo ciclones (na Região Sul), e a maior ocorrência de chuvas concentradas e intensas poderão causar danos em **negócios e rodovias em áreas de risco (deslocamentos de massa e inundações) nos Estados do Paraná e Santa Catarina, ao longo das Serras do Mar e da Mantiqueira, sudeste de Minas Gerais, e pontos no Nordeste), e em parques industriais e mineradoras localizados em regiões de topografia acentuada susceptíveis a deslizamentos ou em partes baixas do relevo, sujeitas à inundação**. São, portanto, dois fatores de sensibilidade de localização: um relacionado com a região geográfica, outro com o local dentro de uma determinada região que torna uma empresa mais vulnerável a deslizamentos e inundações.

O aumento da temperatura (todas as regiões) e a maior ocorrência de ilhas de calor (grandes cidades e regiões metropolitanas) vão **reduzir o conforto térmico, a qualidade e a segurança do ambiente de trabalho na Indústria**. A combinação entre aumento da temperatura e redução da pluviosidade (todas as regiões, exceto sul do País), as mudanças nos padrões de precipitação e as secas prolongadas poderão causar **problemas de abastecimento de água e energia para 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)**.

Na zona costeira, **parques industriais e mineradoras poderão ter perda de captação de água (quantidade e qualidade), oxidação de estruturas metálicas e equipamentos, e danos à estrutura portuária** devido à maior ocorrência de ressacas e marés de tempestade, aumento do nível dos oceanos e o maior dinamismo das paisagens costeiras.

## 5.6. INFRAESTRUTURA (ENERGIA\*, TRANSPORTES E MOBILIDADE URBANA)

O capítulo de Infraestrutura do PNA aponta 13 vulnerabilidades associadas a nove formas de exposição. **Danos à infraestrutura de logística, energia e produção** deverão ser causados pelo

aumento da temperatura (todas as regiões), maior incidência das ilhas de calor, aumento dos eventos extremos imprevisíveis, incluindo ciclones (na Região Sul), maior frequência de dias com temperaturas extremas, sejam altas ou baixas, e maior ocorrência de longos períodos chuvosos.

Eventos extremos imprevisíveis, incluindo ciclones (na Região Sul), a maior ocorrência de chuvas concentradas e intensas, e a maior ocorrência de longos períodos chuvosos em algumas regiões deverão causar **danos às estradas não pavimentadas**, que são mais vulneráveis a uma série de fatores climáticos. Também poderão causar um **aumento da frequência e da gravidade do transbordamento do sistema de drenagem**, a **lavagem das sustentações das pontes e umidade nas fendas**, com **deterioração da estrutura e deslocamento de tabuleiros**, e a **destruição de sinalização de rodovias e pontes**.

Poderá haver **maior ocorrência de paralisações da navegação interior** devido à seca, causada pela combinação entre aumento da temperatura e redução da pluviosidade (todas as regiões, exceto sul do País), e maior incidência de secas prolongadas. A maior ocorrência de chuvas concentradas e intensas pode deixar outras épocas sem vazão suficiente para a navegação. Por outro lado, chuvas intensas, assim como maior ocorrência de chuvas concentradas e intensas e maior ocorrência de longos períodos chuvosos, também podem causar **paralisação da navegação interior por excesso de cheia**, devido a razões de segurança.

Menos chuvas e temperaturas mais altas, secas prolongadas e mudanças nos padrões climáticos também deverão resultar em uma **tendência de decréscimo do balanço hídrico em bacias situadas mais ao norte do país**, a exemplo da Bacia Amazônica, Nordeste e Atlântico Leste, com impactos na geração de energia.

**Enxurradas e erosão**, associadas à **existência de rodovias em áreas de risco (deslocamentos de massa e inundações) nos Estados do Paraná e Santa Catarina, ao longo das Serras do Mar e da Mantiqueira, sudeste de Minas Gerais, e pontos no Nordeste** (fator de sensibilidade), são vulnerabilidades associadas à exposição a eventos extremos imprevisíveis, incluindo ciclones (na Região Sul) e maior ocorrência de chuvas concentradas e intensas.

**A infraestrutura também poderá ser afetada por Inundações graduais**, onde houver maior incidência de longos períodos chuvosos, e **danos ao sistema de transmissão e distribuição de energia por eventos extremos**.

## 5.7. POVOS E COMUNIDADES VULNERÁVEIS

O PNA apontou 12 vulnerabilidades dos Povos e Comunidades Vulneráveis, associadas a nove formas de exposição. **Povos e populações vulneráveis na Amazônia enfrentarão a baixa dos estoques pesqueiros e a perda de culturas e lavouras**, devido à combinação entre aumento da temperatura e redução da pluviosidade, eventos extremos imprevisíveis, maior frequência de dias com temperaturas extremas, maior ocorrência de longos períodos chuvosos, mudanças nos padrões climáticos, particularmente aqueles determinantes da fenologia das espécies, e secas prolongadas. Poderá haver **aumento na ocorrência de vetores de doenças** devido ao aumento das temperaturas. Poderão ocorrer **perdas de bens materiais** devido a fenômenos extremos, maior ocorrência de chuvas concentradas e intensas, e de longos períodos chuvosos. Deverá haver um **aumento dos casos de intoxicação e doenças pulmonares pelo fogo e fumaça**,

relacionados com as condições mais secas e, conseqüentemente, a maior ocorrência de incêndios e queimadas.

**No Cerrado, povos e comunidades vulneráveis terão duas vulnerabilidades específicas: 1) comprometimento da agricultura extensiva e a familiar, prejudicando a cultura da soja, cana de açúcar, algodão e a produção de commodities em geral e alimentos da cesta básica; e 2) o ar seco e queimadas decorrentes da mudança do clima pode incrementar a quantidade de doenças respiratórias.** Essas duas vulnerabilidades estão relacionadas com o aumento da temperatura ou a combinação entre aumento da temperatura e redução da pluviosidade, a maior frequência de dias com temperaturas extremas, maior ocorrência de chuvas concentradas e intensas, mudanças nos padrões climáticos, incluindo aqueles determinantes da fenologia das espécies, e secas prolongadas.

**Na Caatinga, povos e populações vulneráveis terão impactos na saúde,** devido à combinação entre aumento da temperatura e redução da pluviosidade, à maior frequência de dias com temperaturas extremas, e secas prolongadas. As secas prolongadas e a combinação de menos chuva com temperaturas mais altas também deverão causar **perdas nas lavouras e insegurança alimentar, que pode resultar em migração.**

Povos e populações vulneráveis **na parte sul da Mata Atlântica** enfrentarão **os possíveis impactos de tempestades e furacões na costa sul, com maior incidência de enchentes, deslizamentos e alagamentos.** Poderá haver mais **impactos sobre construções à beira-mar e a destruição de portos.** Na parte norte da Mata Atlântica, é provável a vulnerabilidade de **falta de água para agricultura e para geração de energia,** devido à combinação entre aumento da temperatura e redução da pluviosidade.

## 5.8. RECURSOS HÍDRICOS

No capítulo de Recursos Hídricos, são apontadas oito vulnerabilidades relacionadas com sete fatores de exposição. Haverá **perdas derivadas da imprevisibilidade de ocorrências climáticas** (secas, inundações, vendavais, etc.), devido à combinação entre aumento da temperatura e redução da pluviosidade (todas as regiões, exceto sul do País), eventos extremos imprevisíveis, incluindo ciclones (na Região Sul), maior ocorrência de chuvas concentradas e intensas, maior ocorrência de longos períodos chuvosos e secas prolongadas.

**Inundações bruscas deverão ser mais comuns, especialmente no Sul, Sudeste e ao longo da costa brasileira,** associadas a eventos extremos imprevisíveis, incluindo ciclones (na Região Sul), e à maior ocorrência de chuvas concentradas e intensas. **Inundações graduais** também se tornarão mais comuns, devido à maior ocorrência de longos períodos chuvosos.

O aumento da temperatura (todas as regiões), a combinação entre aumento da temperatura e redução da pluviosidade (todas as regiões, exceto sul do País) e as secas prolongadas, além de fatores socioeconômicos, provocarão **aumento da demanda de recursos hídricos para uso urbano, agrícola e para a geração de energia.** Esses fatores também ocasionarão a **diminuição da recarga de águas subterrâneas e a redução da vazão dos rios afetando qualidade das águas, assim como capacidade de autodepuração, impactando a biodiversidade, geração de energia e abastecimento humano, industrial e agrícola (exceto região Sul).**

Ainda, o aumento da temperatura das águas continentais ocasionará **alteração do ritmo dos processos químicos e biológicos que afetam a qualidade das águas, com redução nas concentrações de oxigênio dissolvido, que reduz a capacidade de autodepuração das águas**, aumentando a sensibilidade a descargas de esgotos e à própria redução da vazão que será causada pela MC. O maior aporte de nutrientes para os corpos d'água, devido à maior ocorrência de chuvas concentradas e intensas, promoverá o crescimento de algas causando a morte de peixes e alterações na cadeia alimentar.

## 5.9. SAÚDE

O Capítulo sobre Saúde do PNA aponta sete vulnerabilidades, relacionadas com oito fatores de exposição. As **inundações graduais**, causadas por longos períodos chuvosos, mais comuns em algumas regiões, aumentarão as doenças transmitidas pela água. As **doenças de veiculação hídrica nas cidades** também serão mais comuns devido à maior ocorrência de eventos extremos imprevisíveis, incluindo ciclones (na Região Sul), maior ocorrência de chuvas concentradas e intensas e de longos períodos chuvosos (algumas regiões).

Por outro lado, a **redução da qualidade das águas dos rios, com impactos sobre a saúde humana**, será ocasionada pela combinação de temperaturas mais quentes e menos chuvas, além da ocorrência de longas secas.

Aumento da temperatura e mudanças nos padrões climáticos determinantes da fenologia das espécies causarão a **expansão das áreas de transmissão de doenças infecciosas**.

**Cheias e secas graduais serão mais comuns nas pequenas cidades do Norte e Nordeste. Doenças respiratórias e desconforto térmico ficarão mais comuns, especialmente em grandes cidades e metrópoles e nas regiões com incêndios florestais e queimadas**, devido ao aumento da temperatura (todas as regiões), combinação entre aumento da temperatura e redução da pluviosidade (todas as regiões, exceto sul do País), maior frequência de dias com temperaturas extremas, sejam altas ou baixas, e secas prolongadas.

## 5.10. SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL

A principal vulnerabilidade apontada pelo capítulo de Segurança Alimentar e Nutricional foi a **provável queda da produtividade das principais culturas produzidas pela agricultura familiar, especialmente no Nordeste**, devido ao aumento da temperatura (todas as regiões), à combinação entre aumento da temperatura e redução da pluviosidade (todas as regiões, exceto sul do País), e às secas prolongadas, que se tornarão mais comuns.

## 5.11. ZONAS COSTEIRAS

O capítulo de Zonas Costeiras aponta oito vulnerabilidades, associadas a oito formas de exposição. O **branqueamento de recifes de coral, florações de algas marinhas nocivas, e perda da produtividade pesqueira e da biodiversidade associada** será causado pela elevação da temperatura e acidificação das águas e mudanças na salinidade do mar. A **retração da linha de costa em áreas habitadas, necessidade de migração de ecossistemas costeiros (manguezais, marismas, restingas) e intrusão salina** serão ocasionados pelo aumento do nível dos oceanos e o maior dinamismo das paisagens costeiras.

Ressacas e marés de tempestade, e o aumento do nível dos oceanos, deixarão as **paisagens costeiras mais** dinâmicas, com perda de habitats, e causarão a **proliferação de espécies invasoras, provocando alterações na fauna e flora costeiras**. Os fatores de exposição acima, por meio de seus impactos sobre os ecossistemas costeiros e marinhos, e consequentes perdas da produtividade da pesca, poderão causar o **comprometimento da renda familiar de populações que vivem da pesca**.

Na zona costeira, **inundações bruscas** (especialmente, Sul, Sudeste e ao longo da costa), e a **ocorrência de habitações, negócios e rodovias em áreas de risco** (deslocamentos de massa e inundações) nos Estados do Paraná e Santa Catarina, ao longo das Serras do Mar e da Mantiqueira, sudeste de Minas Gerais, e pontos no Nordeste (fator de sensibilidade), são vulnerabilidades associadas à maior ocorrência de eventos extremos imprevisíveis, incluindo ciclones (na Região Sul), e maior ocorrência de chuvas concentradas e intensas.

Assim, haverá **perdas derivadas da imprevisibilidade de ocorrências climáticas (inundações, vendavais, etc.)**.

## **6. MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO RECOMENDADAS E SUA RELAÇÃO COM A BIODIVERSIDADE**

As **medidas de adaptação do PNA** foram identificadas com base na leitura de todos os capítulos setoriais, sendo localizadas não somente nas respectivas seções de recomendações, mas também no restante do texto. Não foi possível uma identificação das medidas por vulnerabilidade, uma vez que os capítulos não fazem, em geral, essa correspondência.

Os capítulos do PNA recomendam 66 medidas de adaptação, sendo 24 medidas de AbE e três medidas de adaptação potencialmente negativas para a biodiversidade. Além do capítulo de Biodiversidade e Ecossistemas, os capítulos de Agricultura e de Segurança Alimentar e Nutricional foram os que mais citaram medidas que podem ser consideradas ABE. Todos os capítulos, exceto o de Infraestrutura, citam medidas de AbE<sup>5</sup> (Tabela 5). Alguns capítulos não recomendaram muitas medidas, sejam de AbE ou não, e tiveram seus textos mais focados na descrição setorial, no diagnóstico de vulnerabilidades ou em políticas e estratégias mais amplas.

As medidas de AbE mais comumente citadas<sup>6</sup>, com três ou mais capítulos recomendando, foram: **Proteção e recuperação da vegetação APPs, Reservas Legais e matas ciliares: transição agroecológica, produção orgânica e de base agroecológica, e sistemas agroflorestais; preservação e valorização da agrobiodiversidade, implantação de bancos de sementes crioulas, e diversificação produtiva; e a recuperação de áreas degradadas, ambientalmente frágeis e de mananciais**. As medidas citadas por mais de um capítulo estão listadas na Tabela 6. Dessas 17 medidas, 13 foram de AbE.

---

<sup>5</sup> Segundo a análise de transversalidade realizada no PNA, “ampliar as iniciativas de pesquisa para identificação, quantificação e valoração de serviços ecossistêmicos para fins de implementação de metodologias de AbE” está presente nos setores de Agricultura, Desastres, Cidades, Saúde, Povos e Populações Vulneráveis (cinco dos 11 setores do Plano), além de Biodiversidade. Assim, a análise deste trabalho identificou mais capítulos com AbE do que apontado no próprio PNA.

<sup>6</sup> Por até três capítulos.

**Tabela 5: Número de medidas de adaptação propostas pelos capítulos do PNA e sua relação com a biodiversidade.**

Medidas			Total
ABE			24
Não AbE			42
Potencialmente negativas para a biodiversidade			3
Setor	Medidas ABE	Medidas Não-ABE	Total
Agricultura	7	7	14
Biodiversidade e Ecossistemas	8	3	11
Cidades	2	10	12
Desastres Naturais	2	2	4
Indústria e Mineração	1	1	2
Infraestrutura (Energia*, Transportes e Mobilidade Urbana)	0	1	1
Povos e Comunidades Vulneráveis	3	11	14
Recursos Hídricos	4	7	11
Saúde	0	3	3
Segurança Alimentar e Nutricional	12	1	13
Zonas Costeiras	2	0	2

### 6.1. MEDIDAS NÃO-ABE

Quatro medidas não-AbE foram citadas por dois ou mais setores, e estão mais relacionadas com a redução da sensibilidade à MC:

- **Habitação regular, de qualidade e dotada infraestrutura e serviços urbanos básicos, para famílias de baixa renda**, reduzindo a sensibilidade das populações de baixa renda.
- **Agentes Comunitários de Saúde**, para educação e assistência em relação aos impactos da MC sobre a saúde.
- **Tratamento de efluentes**, que reduzirá a sensibilidade dos corpos d'água à MC.
- **Produção de água de reuso**, que atenderá as necessidades humanas em situações de escassez.

Além dessas medidas, as seguintes 31 medidas não-AbE foram recomendadas pelos capítulos:

- Biodiversidade e Ecossistemas
  - Migração assistida de espécies isoladas em fragmentos de vegetação nativa;
  - Controle de espécies invasoras;

- Medidas de conservação ex-situ à luz da mudança do clima.
- Cidades
  - Redução da segregação espacial de infraestrutura, áreas verdes, etc., entre bairros ricos e pobres das cidades;
  - Promover a ocupação de vazios urbanos e a expansão urbana de forma planejada;
  - Saneamento ambiental;
  - Obras de Drenagem Urbana Sustentável voltadas à redução das enchentes e inundações;
  - Sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário;
  - Erradicação dos lixões (aumento de precipitações pluviais intensas ocasiona maior carreamento de chorume dos lixões para os corpos hídricos);
  - Obras de contenção de encostas, drenagem urbana e controle de inundações;
  - Captação, distribuição e armazenamento de água potável nas regiões do semiárido.
- Desastres Naturais:
  - Monitoramento e alerta antecipado de riscos de desastres.
- Indústria e Mineração:
  - Investimentos em reuso, dessalinização e fontes alternativas de obtenção de água.
- Infraestrutura (Energia, Transportes e Mobilidade Urbana):
  - Equilíbrio da matriz de transporte de cargas no país, garantindo ao setor responder aos danos potenciais, tornando o sistema menos vulnerável.
- Povos e Comunidades Vulneráveis:
  - Construção e manutenção de aceiros e formação de brigadistas;
  - Manejo do fogo;
  - Técnicas de irrigação e de conservação do solo para indígenas;
  - Reabilitação e fortalecimento de conhecimentos agrícolas tradicionais;
  - Alterações na localização e distribuição de aldeias e roças no território indígena;
  - Mudanças nas variedades e espécies cultivadas;
  - Mudanças nos rituais indígenas;
  - Reduzir impactos negativos de inundações e chuvas intensas (Ex: limpeza de ruas e de bueiros, mudanças para áreas mais seguras, construções menos vulneráveis e medidas para evitar doenças de veiculação hídrica);
  - Melhorar coleta de lixo;
  - Hortas urbanas em jardins, praças e terrenos coletivos.
- Recursos Hídricos:
  - Substituição de tecnologias de irrigação por métodos mais eficientes no uso da água e energia, e adoção de manejo eficiente das áreas irrigadas;
  - Aumento da capacidade de reserva interanual nos empreendimentos de produção de energia;
  - Soluções locais de geração de energia de maneira complementar à energia proveniente do SIN;
  - Uso racional, reuso e tecnologias mais eficientes no uso da água;
  - Infraestrutura física suficiente (reservatórios, canais, adutoras, poços, etc.).

- Saúde:
  - Fomento e promoção de estabelecimentos de saúde sustentáveis.
- Segurança Alimentar e Nutricional:
  - Ampliação da capacidade de armazenamento da produção, associada à maior atuação do poder público como agente regulador de estoques públicos.

Consideramos as seguintes medidas não-AbE como potencialmente antagônicas à conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, e que, por isso, devem ser adotadas com cautela:

- Construção de pequenas e médias barragens (Agricultura).
- Equilíbrio da matriz de transporte de cargas no país, garantindo ao setor responder aos danos potenciais, tornando o sistema menos vulnerável: pode envolver obras com significativo impacto ambiental (Infraestrutura).
- Aumento da capacidade de reservação interanual nos empreendimentos de produção de energia: o aumento da área inundada dos reservatórios pode significar significativo impacto sobre áreas naturais (Recursos Hídricos).

## 6.2. ADAPTAÇÃO COM BASE ECOSSISTÊMICA

Conforme a Tabela 6, entre as 23 medidas de AbE, 12 foram citadas por dois ou mais capítulos setoriais. A **proteção e a recuperação da vegetação de APPs, de Reservas Legais, e matas ciliares no geral**<sup>7</sup>, são as medidas mais abrangentes e garantidoras de serviços ecossistêmicos nas regiões mais ocupadas do País. A **transição agroecológica, produção orgânica e de base agroecológica, e sistemas agroflorestais, e a preservação e valorização da agrobiodiversidade, implantação de bancos de sementes crioula, e diversificação produtiva** serão importantes tanto para a produção de serviços ecossistêmicos como para a adaptação da agricultura à MC, diminuindo sua sensibilidade e favorecendo sua capacidade de adaptação. Por meio da **transição agroecológica, da produção orgânica e de base agroecológica, de sistemas agroflorestais, da preservação e valorização da agrobiodiversidade, da implantação de bancos de sementes crioula e diversificação produtiva** a agricultura passa a contribuir com a adaptação. A agricultura também pode contribuir por meio da **conservação de solo, com impacto sobre a produção de água, como plantio direto, a manutenção das APPs, promoção da conservação e aumento da infiltração em áreas de recarga dos aquíferos, entre outras**.

**Tabela 6: Medidas de adaptação mais citadas pelos capítulos do PNA.**

Medidas	ABE	No. de setores que recomendam
Proteção e recuperação da vegetação APPs, Reservas Legais, matas ciliares.	1	4

<sup>7</sup> Enquanto a definição de APP é um conceito legal, o conceito de mata ciliar, embora sobreposto, é técnico, e uma mata ciliar pode ou não se sobrepor à APP.

Medidas	ABE	No. de setores que recomendam
Transição agroecológica, da produção orgânica e de base agroecológica, sistemas agroflorestais, preservação e valorização da agrobiodiversidade, implantação de bancos de sementes crioula, diversificação produtiva.	1	3
Recuperar áreas degradadas, ambientalmente frágeis e de mananciais	1	3
Sistemas de produção sustentáveis	1	2
Sistemas diversificados e o uso sustentável da biodiversidade e dos recursos hídricos	1	2
Ações de contenção, redução e prevenção da desertificação e arenização	1	2
Mosaicos produtivos, baseados na interação de sistemas integrados de lavoura-pecuária-floresta, em áreas produtivas, florestadas, de vegetação nativa e corredores ecológicos	1	2
Implementar áreas protegidas e manter e aumentar a conectividade dos remanescentes de vegetação nativa	1	2
Redução do desmatamento, recuperação da vegetação nativa	1	2
Unidades de conservação costeiras e marinhas	1	2
Habitação regular, de qualidade e dotada infraestrutura e serviços urbanos básicos, para famílias de baixa renda		2
Produção de água de reuso		2
Desenvolvimento econômico e social, alinhado a práticas de uso sustentável do solo e obras de infraestrutura para acesso à água (semiárido nordestino)	1	2
Proteção e regularização das Terras Indígenas	1	2
Agente Comunitário de Saúde		2
Conservação de solo com impacto sobre a produção de água, como plantio direto, a manutenção das APP, promoção da conservação e aumento da infiltração em áreas de recarga dos aquíferos, entre outras.	1	2
Tratamento de efluentes		2
<b>Total AbE</b>	<b>13</b>	

**Implementar áreas protegidas, incluindo a proteção e regularização das Terras Indígenas, manter e aumentar a conectividade dos remanescentes de vegetação nativa, a redução do desmatamento e recuperação da vegetação nativa, e recuperar áreas degradadas, ambientalmente frágeis e de mananciais** são medidas essenciais para a manutenção dos serviços ecossistêmicos, em especial, dos serviços relacionados com a estabilidade climática, a conservação dos recursos hídricos e da biodiversidade. Na **zona costeira e marinha, as unidades de conservação** também serão importantes para assegurar a produtividade da pesca e a conservação das espécies.

**No semiárido nordestino, será importante garantir o desenvolvimento econômico e social, alinhado a práticas de uso sustentável do solo e obras de infraestrutura para acesso à água<sup>8</sup>.**

**Outras 11 medidas de AbE** foram recomendadas pelo PNA:

- **Agricultura:**
  - Coleta, conservação e uso sustentável de recursos genéticos e de melhoramento vegetal e animal.
- **Biodiversidade e Ecossistemas:**
  - Ações de contenção, redução e prevenção da desertificação e arenização;
  - Prevenção de incêndios;
  - Redução da degradação das florestas por atividade madeireira;
  - Gestão pesqueira efetiva voltada a espécies associadas a corais, manguezais e estuários;
  - Conservar e recuperar áreas para o deslocamento de ecossistemas costeiros.
- **Cidades:**
  - Parques fluviais, recuperação de várzeas e renaturalização de fundos de vale.
- **Desastres Naturais:**
  - Medidas relacionadas à AbE (geral, foco em estudos).
- **Indústria e Mineração:**
  - Investimentos em serviços de ecossistemas (adaptação baseada em ecossistemas – AbE).
- **Segurança Alimentar e Nutricional:**
  - Pagamento a famílias em situação de vulnerabilidade para manutenção de serviços ambientais (Bolsa Verde);
  - Melhorar a comercialização dos produtos da sociobiodiversidade.
- **Zonas Costeiras:**
  - Recuperação e proteção dos ecossistemas costeiros.

### 6.3. POLÍTICAS PÚBLICAS RELACIONADAS COM ABE

Das 24 medidas AbE, 14 foram apresentadas com políticas públicas relacionadas (Tabela 7).

**Tabela 7: Medidas AbE e políticas relacionadas.**

<b>Medidas</b>	<b>Políticas públicas relacionadas</b>
Recuperar áreas degradadas, ambientalmente frágeis e de mananciais	Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV)
Bolsa verde: pagamento a famílias em situação de vulnerabilidade para manutenção de serviços ambientais	Programa Bolsa Verde
Transição agroecológica, da produção orgânica e de base agroecológica, sistemas agroflorestais, preservação e valorização da agrobiodiversidade, implantação de bancos de sementes crioula, diversificação produtiva.	Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica

<sup>8</sup> Consideramos essa medida AbE porque geralmente envolve o uso da biodiversidade para melhor adaptação às condições do semiárido.

<b>Medidas</b>	<b>Políticas públicas relacionadas</b>
Redução do desmatamento, recuperação da vegetação nativa	Planos de prevenção e combate ao desmatamento e queimadas, Código Florestal, Planos de Recuperação Ambiental, Plano Nacional de Recuperação da Vegetação (PLANAVEG)
Prevenção de incêndios, redução da degradação das florestas por atividade madeireira	Planos de prevenção e combate ao desmatamento e queimadas
Prevenção de incêndios	
Melhorar a comercialização dos produtos da sociobiodiversidade	Plano Nacional de Promoção das Cadeias de Produtos da Sociobiodiversidade
Ações de contenção, redução e prevenção da desertificação e arenização	Plano Nacional de Combate à Desertificação
Sistemas de produção sustentáveis	Plano ABC
Mosaicos produtivos, baseados na interação de sistemas integrados de lavoura-pecuária-floresta, em áreas produtivas, florestadas, de vegetação nativa e corredores ecológicos	
Unidades de conservação costeiras e marinhas	GEF Mar, SNUC
Conservar e recuperar áreas para o deslocamento de ecossistemas costeiros	
Proteção e recuperação da vegetação APPs, Reservas Legais, matas ciliares.	Código Florestal
Implementar áreas protegidas e manter e aumentar a conectividade dos remanescentes de vegetação nativa	ARPA, SNUC, Código Florestal
Proteção e regularização das Terras Indígenas	Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas (PNGATI)

Assim, a implementação do Código Florestal, dos Planos de prevenção e combate ao desmatamento e queimadas, do SNUC (incluindo ARPA e GEF Mar) e do Plano ABC são as políticas mais comumente citadas. Além disso, as seguintes medidas AbE recomendadas ficaram sem referência a políticas públicas *dentro dos capítulos* – sugerimos as políticas para cada uma (Tabela 8):

**Tabela 8: Medidas de AbE e políticas públicas sugeridas**

<b>Medidas AbE sem referência a políticas públicas</b>	<b>Políticas públicas sugeridas</b>
Sistemas diversificados e o uso sustentável da biodiversidade e dos recursos hídricos;	Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica, Plano ABC, Planos de prevenção e combate ao desmatamento e queimadas, Plano Nacional de Combate à Desertificação
Coleta, conservação e uso sustentável de recursos genéticos e de melhoramento vegetal e animal;	Lei de Acesso aos Recursos Genéticos e Repartição de Benefícios (Lei Nº 13.123/2015)
Gestão pesqueira efetiva voltada a espécies associadas a corais, manguezais e estuários;	GEF/Mar, Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (Lei Nº 7.661/1988), SNUC

Medidas AbE sem referência a políticas públicas	Políticas públicas sugeridas
Parques fluviais, recuperação de várzeas e renaturalização de fundos de vale;	SNUC, Código Florestal
Conservação de solo com impacto sobre a produção de água, como plantio direto, a manutenção das APP, promoção da conservação e aumento da infiltração em áreas de recarga dos aquíferos, entre outras.	Código Florestal, Plano ABC, Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica
Recuperação e proteção dos ecossistemas costeiros	Código Florestal, GEF Mar, Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (Lei N° 7.661/1988),
Medidas relacionadas à AbE (geral, foco em estudos);	
Investimentos em serviços de ecossistemas (adaptação baseada em ecossistemas – AbE).	

Assim, as principais políticas de apoio a AbE são:

- **Plano Nacional de Recuperação da Vegetação (Planaveg, versão para consulta pública):** O Planaveg está em processo de finalização pelo MMA. Com a Lei nº 12.651/2012, os proprietários que não atendem aos parâmetros legais precisarão de apoio para atender às exigências de recuperação da vegetação nativa. O Plano será estruturado em oito iniciativas estratégicas: Sensibilização, Sementes e Mudanças, Mercados, Instituições, Mecanismos Financeiros, Extensão Rural, Planejamento Espacial & Monitoramento, e Pesquisa e Desenvolvimento. O Plano terá a duração de 20 anos, com orçamento inicial de R\$ 181 milhões para os primeiros cinco anos, que serão oriundos de fontes nacionais e internacionais. Entretanto, a meta de recuperação dos primeiros 390 mil hectares (de um total de 12,5 milhões de hectares), é de cerca de R\$ 1,3 a R\$ 1,9 bilhões. Nos primeiros cinco anos serão aprimoradas as linhas de financiamento e arranjos institucionais para a implementação do Planaveg.
- **Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Pnapo, Decreto Nº 7.794/2012) e Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Planapo):** Pnapo e Planapo procuram fortalecer a agricultura orgânica e as práticas agroecológicas no Brasil, aumentando a base de produtores, apoiando a comercialização e a industrialização dos produtos. Esses instrumentos buscam a promoção da soberania e segurança alimentar e nutricional e do direito humano à alimentação adequada, o uso sustentável dos recursos naturais, recomposição dos ecossistemas modificados, por meio de sistemas de produção agrícola e de extrativismo florestal, valorização da agrobiodiversidade e dos produtos da sociobiodiversidade, entre outras diretrizes. O Plano é implementado com base na extensão rural, no financiamento da produção, no apoio a redes agroecológicas e no apoio a agroindústrias, por meio de crédito.
- **Plano Agricultura de Baixo Carbono (ABC):** o Plano ABC procura reduzir as emissões da agricultura por meio da recuperação de pastagens degradadas (ABC Recuperação) sistemas orgânicos de produção agropecuária (ABC Orgânico), sistemas de plantio direto "na palha" (ABC Plantio Direto), sistemas de integração lavoura-pecuária, lavoura-floresta, pecuária-floresta ou lavoura-pecuária-floresta e de sistemas agroflorestais (ABC Integração), manejo de florestas comerciais, inclusive aquelas

destinadas ao uso industrial ou à produção de carvão vegetal (ABC Florestas), adequação ou regularização das propriedades rurais frente à legislação ambiental, inclusive recuperação da reserva legal, de áreas de preservação permanente, recuperação de áreas degradadas e implantação e melhoramento de planos de manejo florestal sustentável (ABC Ambiental), sistemas de tratamento de dejetos e resíduos oriundos de produção animal para geração de energia e compostagem (ABC Tratamento de Dejetos), florestas de dendezeiro, prioritariamente em áreas produtivas degradadas (ABC Dendê); e estímulo ao uso da fixação biológica do nitrogênio (ABC Fixação). Várias dessas linhas do Plano ABC, além de constituírem estratégias de mitigação de emissões, também promovem a adaptação com base em ecossistemas. O Plano ABC é implementado por linhas de crédito ao produtor rural, com prazos de carência de 8 a 15 anos para agroflorestas e florestas, entre outras estratégias.

- **Planos de prevenção e combate ao desmatamento e queimadas (PPCDs):** atualmente há dois PPCDs em implementação no âmbito federal, um para a Amazônia (PPCDAM) e outro para o Cerrado (PPCerrado). O PPCD para a Caatinga está em processo de elaboração. Também foram elaborados os PPCDs para os estados da Amazônia. Os PPCDs são planos transversais com ações em diversas áreas, utilizando e mobilizando programas e ações de outras políticas específicas, como unidades de conservação, fiscalização ambiental e fomento à produção sustentável e regularização ambiental das propriedades rurais.
- **Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC):** A implementação do SNUC vem se dando por uma série de planos, programas, projetos mecanismos, incluindo o Plano Nacional de Áreas Protegidas (PNAP), e os programas ARPA, GEF-Mar, GEF Terrestre, a Compensação Ambiental, entre outros. O Sistema cresceu bastante nos últimos 15 anos, com uma grande área de UCs federais e estaduais. O governo federal e boa parte dos estados criaram órgãos específicos para a gestão das UCs, com destaque para o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

### 7.1. EXPOSIÇÃO, VULNERABILIDADES E MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO À MUDANÇA DO CLIMA

A forma de exposição mais citada pelos capítulos setoriais do PNA foi a maior incidência das secas prolongadas, seguida do aumento da ocorrência de eventos extremos, de chuvas concentradas e intensas, e da temperatura. Entre as formas de exposição aquáticas, o aumento dos oceanos foi a mais citada. Puderam ser identificadas 86 vulnerabilidades, sendo as mais importantes a existência de habitações, negócios e rodovias em áreas de risco (deslocamentos de massa e inundações), as inundações bruscas (especialmente, Sul, Sudeste e ao longo da costa), as inundações graduais, as perdas derivadas da imprevisibilidade de ocorrências climáticas (secas, inundações, vendavais, etc.), as enxurradas e a erosão do solo, e o aumento da ocorrência de cheias e secas graduais.

## 7.2. O POTENCIAL DA ADAPTAÇÃO BASEADA EM ECOSISTEMAS (AbE)

O PNA recomendou 35 medidas de adaptação “não-AbE” e 23 medidas de AbE. As medidas de AbE mais importantes estavam relacionadas com a conservação e recuperação da vegetação nativa, produção de base agroecológica e agroflorestal, e unidades de conservação na zona costeira e marinha, além do desenvolvimento sustentável no semiárido. Os capítulos de Biodiversidade e Ecossistemas, de Agricultura e de Segurança Alimentar e Nutricional foram os que mais citaram medidas que podem ser consideradas AbE, mas todos os capítulos, exceto o de Infraestrutura, citam medidas de AbE. Apesar de alguns capítulos não darem muita ênfase à AbE, as medidas recomendadas em alguns capítulos podem ser interessantes para tratar das vulnerabilidades comuns, ou não, identificadas nos demais capítulos. Recomenda-se, assim, que numa possível revisão do PNA, isso seja complementado.

A Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) é uma grande oportunidade associada com o desafio de adaptação à mudança do clima, pois não somente promove adaptação: na maioria das vezes, além da adaptação, as medidas contribuem para a mitigação da emissão de gases causadores da mudança do clima e para o desenvolvimento sustentável. Em geral, são medidas que já se justificam por outras razões, mas que, com a mudança do clima, tornam-se essenciais.

Grande parte das vulnerabilidades apontadas no PNA existiriam na ausência da MC, mas com ela, tornam-se críticas para a economia e a sociedade: desigualdade social, precariedade da ocupação urbana, uso predatório do solo para a agricultura, uso insustentável da água, falta de saneamento e tratamento da água, desmatamento, degradação e fragmentação dos ecossistemas, destruição dos ecossistemas costeiros, etc. Com a mudança do clima, essas vulnerabilidades ficam exacerbadas, e grande parte delas poderia ser reduzida com medidas de AbE.

As evidências a favor de AbE estão se fortalecendo. Poucos estudos científicos foram realizados e mesmo estudos de caso são poucos, sem falar na falta de estudos que mostrem o valor de AbE em relação a outras formas de adaptação (Reid, 2011). Porém, como as medidas se justificam de toda forma, com inúmeros benefícios para a sociedade, não se deve esperar para implementar AbE: grande parte das medidas de AbE envolvem o plantio de árvores e a recuperação de ecossistemas, que levam tempo para crescer e dar os resultados esperados. Esperar pode gerar custos maiores para a sociedade.

AbE poderia ser implementado no Brasil por duas estratégias:

- 1) Pequenos projetos locais, ou
- 2) Políticas públicas abrangentes.

A estratégia de pequenos projetos pode ser interessante na geração de inovação e envolvimento da sociedade, mas terá efeitos limitados. Por outro lado, muitas das políticas públicas relacionadas com AbE estão em implementação e necessitam apenas de foco estratégico para se tornarem *políticas de AbE* e produzirem efeitos disseminados de adaptação na sociedade. Com base nas medidas recomendadas pelo PNA, as principais políticas de apoio a AbE são:

- Plano Nacional de Recuperação da Vegetação (Planaveg, versão para consulta pública)

- Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Pnapo, Decreto Nº 7.794/2012) e Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Planapo)
- Plano Agricultura de Baixo Carbono (ABC)
- Planos de prevenção e combate ao desmatamento e queimadas (PPCDs)
- Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)

Entretanto, o foco dessas políticas não é explicitamente em AbE. Em termos de políticas climáticas, têm sido mais relacionadas com a mitigação que com a adaptação. As duas principais medidas de AbE (a conservação e recuperação da vegetação nativa e produção de base agroecológica e agroflorestal) representam um grande desafio para o Brasil. Segundo a SAE (2013, citada por Brasil/MMA/SBF, 2015), hoje, no Brasil, somando-se as áreas de APP e RL que necessitam ser recuperadas segundo a atual legislação, existe um passivo legal de aproximadamente 21 milhões de hectares. Esse enorme passivo “concentra-se nas bordas da Amazônia, por quase toda a extensão da Mata Atlântica e no sul do Cerrado, onde a ocupação agrícola é maior” (Brasil/MMA/SBF, 2015). A sua recuperação é um enorme desafio, sendo o foco do Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg). Outro grande desafio será a implementação da produção de base agroecológica e agroflorestal. Os programas existentes com esse foco ainda são pouco abrangentes e mais focados na pequena produção (pouco abrangente em termos de área) e, ao mesmo tempo, a produção agropecuária convencional ainda predomina em grandes áreas, crescentemente com grandes avanços tecnológicos, mas com pouca ênfase nos serviços ecossistêmicos. De toda forma, nessas áreas, além de novos modelos de produção agroflorestal que vêm ganhando destaque, há um grande potencial de adoção do plantio direto na palha, de integração lavoura-pecuária-floresta e de recuperação e intensificação das pastagens, medidas apoiadas pelo Plano ABC.

Além da recuperação da vegetação nativa, importante é sua conservação. Nesse sentido, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação funciona como ordenador da ocupação e uso da paisagem e como protetor da vegetação nativa. Entretanto, uma visão sistêmica de seu papel na adaptação à MC precisa ser desenvolvida, inclusive para justificar os benefícios de maior investimento na sua implementação, incluindo a manutenção dos processos climáticos, da qualidade e da quantidade de água, entre outros benefícios.

Uma forma de dar um foco mais claro em AbE às políticas relacionadas seria reconhecer a ameaça da mudança do clima, as vulnerabilidades apontadas pelo PNA, e estabelecer prioridades para as medidas de AbE, especialmente prioridades espaciais, de acordo com a exposição e a vulnerabilidade prevista pelos modelos climáticos. Dessa forma, recomenda-se uma análise detalhada e participativa das principais políticas e estratégias setoriais, e o ajuste de seus mecanismos de mobilização de ações para a implementação de medidas de AbE.

A Adaptação baseada em Ecossistemas será vital na estratégia de adaptação do Brasil à mudança do clima. Para isso, precisa ser internalizada por todos os setores, e ser integrada de forma sistêmica no PNA.

## 8. REFERÊNCIAS

- BRASIL/MMA/SBF. **Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PLANAVEG) - Versão Preliminar**. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente, 2015.
- FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO. **Adaptação Baseada em Ecossistemas: Oportunidades para políticas públicas em mudanças climáticas/ Autoria:ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade**. Curitiba: Fundação Grupo Boticário, 2014.
- NANDY, P.; AHAMMAD, R. Navigating mangrove resilience through the ecosystem-based adaptation approach: lessons from Bangladesh. **Sharing Lessons on Mangrove Restoration**, p. 243, 2012.
- PÉREZ, A. A. *et al.* Ecosystem-based Adaptation Lessons from the Chingaza Massif in the High Mountain Ecosystem of Colombia. *In: Building Resilience to Climate Change: Ecosystem-based adaptation and lessons from the field*. Gland, Switzerland: IUCN, 2010. p. 21–31.
- PÉREZ, A. A.; FERNÁNDEZ, B. H.; GATTI, R. C. Introduction. *In: Building Resilience to Climate Change: Ecosystem-based adaptation and lessons from the field*. Gland, Switzerland: IUCN, 2010. p. 11–19.
- REID, H. Improving the evidence for ecosystem-based adaptation. **IIED, London**, 2011.
- TRAVERS, A. *et al.* (EDS.). **Ecosystems Based Adaptation: Moving from Principles to Practice**. [s.l.] UNEP, 2012.
- UNFCCC/SBSTA. **Report on the technical workshop on ecosystem-based approaches for adaptation to climate change**. Bonn: UNFCCC, 2013. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/2013/sbsta/eng/02.pdf>>. Acesso em: 2 jul. 2015.
- WERTZ-KANOUNNIKOFF, S. *et al.* Ecosystem-based adaptation to climate change: What scope for payments for environmental services? **Climate and Development**, v. 3, n. 2, p. 143–158, 2011.