

Plano Nacional de Adaptação (PNA)

Relatório Parcial sobre Impactos Futuros
dos Cenários de Vulnerabilidade Climática,
Medidas de Adaptação e Biodiversidade



Por

RONALDO WEIGAND JR., Ph.D.

Consultor

Ministério do Meio Ambiente

2015

PLANO NACIONAL DE ADAPTAÇÃO:
CENÁRIOS DE VULNERABILIDADE
CLIMÁTICA, MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO
E A BIODIVERSIDADE

Por

RONALDO WEIGAND JR., Ph.D.

Consultor

2015

Ministério do Meio Ambiente

Izabella Mônica Vieira Teixeira

Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQ)

Secretário: Carlos Augusto Klink

Departamento de Licenciamento e Avaliação Ambiental (DLAA/SMCQ)

Diretora: Karen de Oliveira Silverwood-Cope

Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF)

Ana Cristina Barros

Departamento de Ecossistemas (DECO/SBF)

Carlos Alberto de Mattos Scaramuzza

Equipe

Jennifer Viezzer (SBF)

João Arthur Seyffarth (SBF)

Adriana Brito (SMCQ)

Mariana Egler (SMCQ)

Consultor

Ronaldo Weigand Jr.

Apoio

Projeto BRA/11/001 - Apoio para elaboração do componente biodiversidade do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima.

Citação: *Plano Nacional de Adaptação: Cenários de Vulnerabilidade Climática, Medidas de Adaptação e a e a Biodiversidade/Autor: Ronaldo Weigand Jr. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente, 2015.*

SUMÁRIO

1	Introdução.....	1
2	Exposição	4
3	Vulnerabilidade às diferentes formas de exposição.....	6
3.1	Agricultura	9
3.2	Biodiversidade e Ecossistemas	9
3.3	Cidades.....	11
3.4	Desastres Naturais	11
3.5	Indústria e Mineração	12
3.6	Infraestrutura (Energia, Transportes e Mobilidade Urbana)	13
3.7	Povos e Comunidades Vulneráveis.....	13
3.8	Recursos Hídricos	14
3.9	Saúde	15
3.10	Segurança Alimentar e Nutricional.....	15
3.11	Zonas Costeiras.....	16
4	Medidas de Adaptação Recomendadas pelo PNA.....	16
4.1	Adaptação com base Ecosistêmica (AbE)	17
4.1.1	Definições de AbE	17
4.1.2	AbE no PNA	20
4.1.3	Níveis da definição de AbE	20
4.1.4	Recomendações de AbE no PNA.....	21
4.1.5	Políticas públicas relacionadas com AbE	26
4.2	Medidas não-AbE	29
5	Considerações Finais e Recomendações.....	31
5.1	Exposição, Vulnerabilidades e Medidas de Adaptação à Mudança do Clima.....	31
5.2	O potencial da Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE).....	31
6	Referências	33

1 INTRODUÇÃO

A emissão de gases causadores do efeito estufa está aquecendo o planeta e causando a mudança do clima. A origem principal desses gases é a queima de combustíveis fósseis, mas há também uma porção significativa oriunda de mudanças no uso da terra, principalmente o desmatamento. Isso exige a ação dos países de duas formas principais, inter-relacionadas: mitigação e adaptação. A mitigação busca a redução de emissões e a retirada da atmosfera dos gases que causam o problema. A adaptação reconhece que alguma mudança já ocorreu e vai continuar a ocorrer, mesmo no melhor cenário de sucesso das ações de mitigação. Em 2015, a temperatura do planeta terá aumentado 1º C em relação ao período pré-Revolução Industrial. À medida em que o tempo passa, fica cada vez mais improvável o alcance do objetivo de se limitar as emissões a um nível capaz de manter o aquecimento dentro da faixa, relativamente aceitável, de 2º C até o fim do século XXI. Com isso, além da mitigação, a adaptação vai se tornando cada vez mais importante.

No Brasil, durante um tempo, os debates 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.

Assim, se avança cada vez mais na elaboração de instrumentos e na implementação de políticas com foco na mudança do clima, com crescente ênfase na adaptação. 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.

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, os impactos sobre o Brasil foram estimados e medidas de adaptação foram propostas para os seguintes “setores/temas”¹: 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 Plano trabalha com duas perspectivas de tempo: 1) de curto prazo, com quatro anos, que coincide com o prazo de planejamento do Plano Plurianual (PPA) do governo federal; e 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.

¹ Referidos como “setores” no PNA, essa divisão expressa recortes territoriais, 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 territorial. 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”.

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**² transversalmente nos setores para o uso dos serviços ecossistêmicos como estratégia alternativa de adaptação.*

Assim, 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.

Tratando do tema, 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 Plano,

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 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).

Elemento da biodiversidade	da	Serviço Ecossistêmico	Efeito	Setores	
Ecossistemas de Florestas e Formações Vegetais Nativas		Regularização do ciclo hidrológico	Conservação da quantidade e qualidade da água; Auto regulação da dinâmica de fluxos hidrológicos (Redução da vulnerabilidade dos Recursos Hídricos)	Atividades econômicas dependentes de recursos hídricos como: geração de energia, agricultura, indústria, transportes aquaviários, turismo; desenvolvimento urbano	
		Preservação de margens			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	de Agricultura, e segurança alimentar, populações vulneráveis		

² Nossa ênfase.

Elemento da biodiversidade	Serviço Ecosistêmico	Efeito	Setores
	Serviços climatológicos em áreas urbanas	Minimização do efeito de ondas de calor Amenização de aumento da temperatura e redução dos efeitos de ilhas de calor urbanas	Desenvolvimento urbano, populações vulneráveis, saúde, bem-estar
	Conservação espécies	de Manutenção dos processos ecossistêmicos	Biodiversidade e todos os setores econômicos que dependem direta e indiretamente de serviços ecossistêmicos
Indivíduos da fauna e flora	Polinização	Viabilidade de cultivos e da reprodução de espécies silvestres	Agricultura; segurança alimentar, indústrias, populações vulneráveis; biodiversidade
	Diversidade de recursos genéticos	Manipulação genética de espécies de interesse comercial Diversificação de dietas	Segurança alimentar; Populações vulneráveis
	Espécies vetores e reservatórios silvestres de doenças	Exposição de Populações Humanas	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 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
Corais	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

Portanto, este trabalho tem os seguintes objetivos, realizados com base em revisão de trabalhos e análise do PNA³:

- 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.

2 EXPOSIÇÃO

Segundo o PNA, chama-se de “exposição” a presença de pessoas, meios de subsistência, espécies ou ecossistemas, funções, serviços, e recursos ambientais, infraestrutura, e bens econômicos, sociais ou culturais em lugares que podem ser adversamente afetados pela mudança do clima. Neste trabalho, chamamos de “formas de exposição” ou “fatores de exposição” a mudança em características do clima ou outros aspectos do ambiente físico que podem afetar negativamente as pessoas, meios de subsistência, espécies ou ecossistemas, funções, serviços, e recursos ambientais, infraestrutura, e bens econômicos, sociais ou culturais.

No PNA, foram identificadas⁴ 14 formas de exposição à Mudança do Clima (MC), sendo 10 terrestres/atmosféricas e quatro aquáticas (marinhas e de águas interiores):

- 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)

³ 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; descrição dos fatores de “exposição” dos capítulos setoriais do PNA; identificação das vulnerabilidades descritas nos capítulos setoriais do PNA e de suas medidas de adaptação; e Compilação das 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.

⁴ Para isso, 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 (“PNA – Vulnerabilidades e Medidas de Adaptação”, em anexo), cada exposição foi identificada segundo os setores em que foi mencionada. O resultado dessa análise é descrito a seguir na forma de texto e gráfico.

- 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**⁵, 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 mude 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 do nível do oceano foi a forma mais citada (Figura 1).

⁵ As formas de exposição em negrito foram identificadas no PNA, e receberam essa redação padronizada.

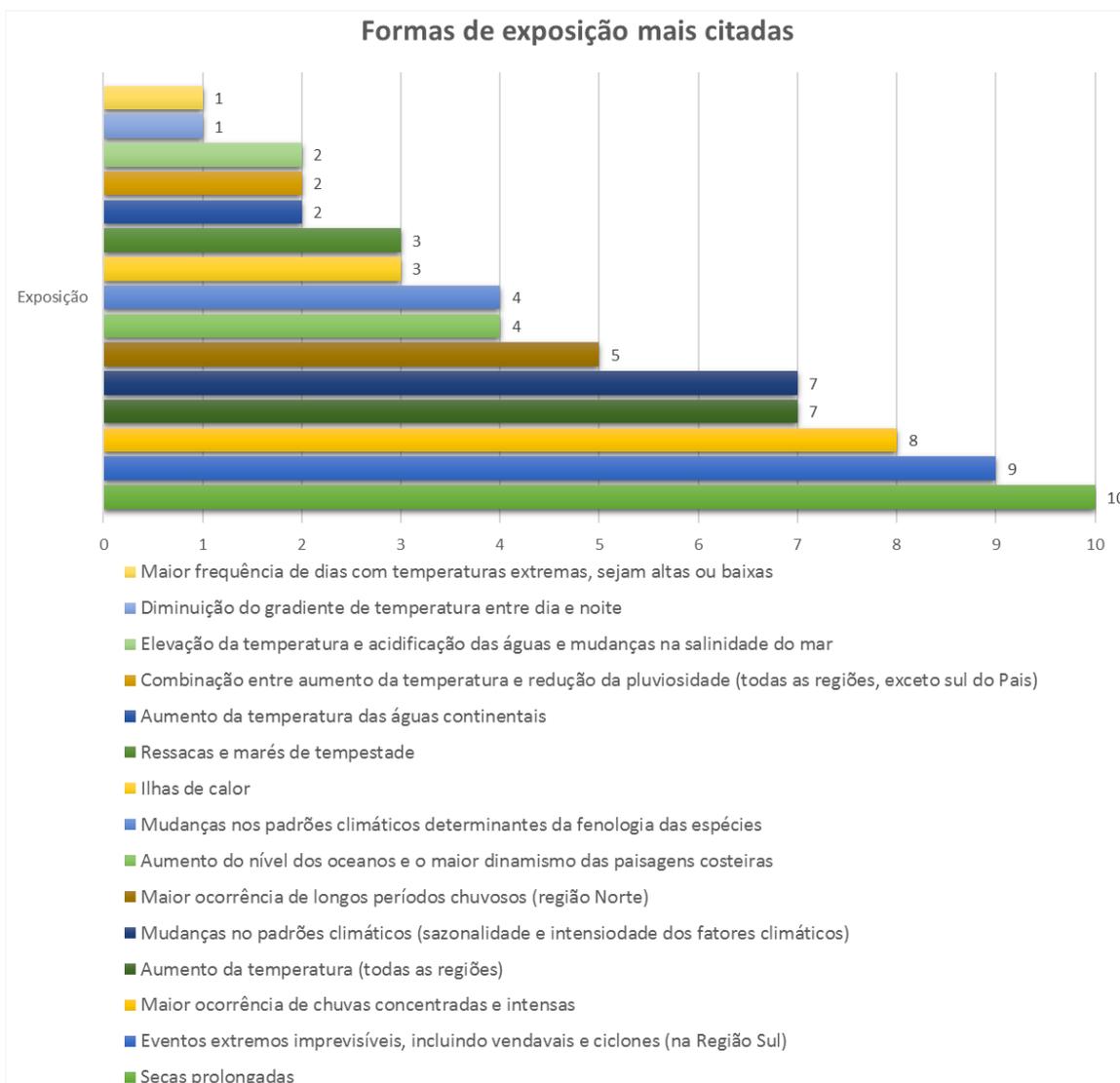


Figura 1: Número de capítulos do PNA que citam cada forma de exposição.

3 VULNERABILIDADE ÀS DIFERENTES FORMAS DE EXPOSIÇÃO

Segundo o arcabouço conceitual do IPCC AR 3 e 4, vulnerabilidade é a combinação de exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa. O PNA define vulnerabilidade como

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.

As medidas de adaptação propostas no PNA visam reduzir a vulnerabilidade de todos os setores. Nesta seção, apresentamos os registros de exposição e vulnerabilidades associadas nos diferentes capítulos referentes aos setores/temas do PNA⁶.

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, empreendimentos 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 de eventos extremos climáticos (secas, inundações, vendavais, etc.), as enxurradas e a erosão do solo, e o aumento da ocorrência de cheias e secas graduais. A Tabela 2 descreve as vulnerabilidades mais citadas pelos capítulos setoriais.

Tabela 2: Vulnerabilidades mais citadas pelos diferentes setores do PNA, de acordo com a exposição.

Vulnerabilidade	Total de setores
Habitações, empreendimentos 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

⁶ Para fazer essa compilação, numa planilha (“PNA – Vulnerabilidades e Medidas de Adaptação”, em anexo), 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.

Vulnerabilidade	Total de setores
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 do número menções de vulnerabilidades associadas, 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 às variações de temperaturas e aos padrões climáticos que governam as atividades humanas e os fenômenos biológicos (Tabela 3).

Tabela 3: Número de vulnerabilidades por exposição.

Exposição	No. de Vulnerabilidades
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 no 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

3.1 AGRICULTURA

No capítulo de Agricultura do PNA, foram mencionadas 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**⁷, com diversos impactos sobre a economia e a sociedade. Duas vulnerabilidades registradas e importantes do ponto de vista social e econômico incluem **problemas associados à 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**.

Também preocupa a possibilidade de ausência de chuvas nos períodos críticos dos ciclos produtivos, além da ocorrência de chuvas concentradas e intensas (deixando outros períodos mais secos), e as mudanças nos padrões climáticos (sazonalidade e intensidade dos fatores climáticos), particularmente da 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). Isso aumenta a vulnerabilidade, já que a irrigação poderia, se houvesse vazão nos rios, ser uma forma de adaptação às condições mais secas⁸.

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.

3.2 BIODIVERSIDADE E ECOSISTEMAS

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 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**

⁷ Nesta seção, as vulnerabilidades, padronizadas na análise do PNA, são destacadas em negrito.

⁸ Restaria a possibilidade de irrigação com água de subsolo, problemática do ponto de vista da sustentabilidade.

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 e aos serviços ecossistêmicos. 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 domesticada**. Isso ocorrerá na medida em que, com a mudança do clima, as variedades não produzam o suficiente, mudem a época mais propícia para o plantio ou, enfim, não respondam da forma esperada, o que pode desestimular seu uso e, conseqüentemente, a manutenção do conhecimento tradicional associado.

Um fator que aumenta a *sensibilidade*⁹ 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 à mudança do clima 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.

Da mesma forma que a fragmentação da vegetação nativa aumenta a sensibilidade e diminui a capacidade de adaptação dos ecossistemas terrestres, 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.

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

⁹ Sensibilidade é o grau ao qual um sistema pode ser afetado, negativamente ou positivamente por mudanças no clima. Tais mudanças podem ter efeitos diretos e indiretos (IPCC, 2007). Ou seja, um organismo pode estar exposto à mudança do clima, mas não ser sensível a ela, enquanto outro pode responder de forma negativa ou positiva com a mudança.

espécies aquáticas que habitam poças temporárias, que tenderão a durar menos e ficarem menos abundantes.

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, reduzindo a taxa de oxigenação da água e causando a morte de peixes e alterações na cadeia alimentar.**

Temperaturas mais altas causarão **impactos negativos sobre a biota de lagoas costeiras**, que têm maior tendência a se aquecerem que o mar aberto ou cursos d'água. Nos mares, a elevação da temperatura, acidificação e mudanças na salinidade¹⁰ são consequências da maior temperatura e maior concentração de CO₂ 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.

3.3 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, empreendimentos 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).**

3.4 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**

¹⁰ A salinidade das águas marinhas será alterada por diferenças no fluxo de água doce dos rios que desaguam no oceano e por aumento da evaporação, decorrente do aumento de temperatura.

(deslizamentos, com maior incidência e danos no Sudeste e no Sul). A existência de **habitações, empreendimentos 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.

Também se registra no PNA a preocupação com **cheias e secas graduais** que serão mais comuns, geralmente atingindo pequenas cidades no Norte e Nordeste. A **seca** deve afetar todas as regiões, exceto sul do País. No caso de **cheias** espera-se uma maior ocorrência de longos períodos chuvosos, na região Sul.

O **desmatamento de APPs com supressão de seus serviços ecossistêmicos**, e a degradação do solo e dos ecossistemas 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 serão as perdas econômicas derivadas de **ocorrências climáticas imprevisíveis**, particularmente os eventos extremos, incluindo ciclones (na Região Sul), chuvas concentradas e intensas, longos períodos chuvosos e secas prolongadas.

3.5 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 **empreendimentos 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 suscetíveis a deslizamentos ou em partes baixas do relevo, sujeitas à inundação. São, portanto, dois fatores que podem afetar a exposição: 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.

3.6 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 pavimentadas e principalmente 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. 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**.

3.7 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 redução 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. Espera-se 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 graves na saúde**, devido ao desconforto ambiental, associado 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.** Na pecuária, haverá problemas com a dessedentação e alimentação de animais, devido à perda de forragem nativa e exótica.

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.

3.8 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 intensidade dos 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**.

3.9 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.

3.10 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.

3.11 ZONAS COSTEIRAS

O capítulo de Zonas Costeiras do PNA 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** serão causados pela elevação da temperatura, acidificação e mudanças na salinidade das águas do mar. A **retração da linha de costa em áreas habitadas, necessidade de migração de ecossistemas costeiros (manguezais, marismas, restingas) e intrusão salina¹¹** 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 **existência de moradias, empreendimentos e rodovias em áreas de risco¹²** (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, podem resultar em maior vulnerabilidade associada a ocorrência de eventos extremos imprevisíveis, incluindo ciclones (na Região Sul), e chuvas concentradas e intensas.

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

4 MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO RECOMENDADAS PELO PNA

Neste trabalho, medidas de adaptação são as ações que visam reduzir a vulnerabilidade dos setores/áreas do PNA. Portanto, medidas de adaptação aqui não envolvem os arranjos governança, estudos ou sistemas de informação e monitoramento. O foco são as ações “em campo” apoiadas por esses outros instrumentos.

As medidas de adaptação recomendadas pelo PNA são de dois tipos principais:

- Medidas de adaptação com base ecossistêmica (AbE): 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.
- Medidas de adaptação “cinza” ou não-AbE: obras, equipamentos, processos e tecnologias que promovem adaptação sem ter como base os processos ecológicos.

¹¹ Intrusão salina é a penetração de água salgada nos lençóis freáticos localizados à beira-mar, causada pela elevação do nível relativo do mar.

¹² Além da exposição, a localização em área de risco, devido à declividade (um fator não climático), é um fator de sensibilidade.

Medidas AbE e medidas cinza podem ser combinadas, contribuindo de forma independente, sinérgica ou antagônica. Isto é, sua contribuição pode se somar, ou juntas elas podem ser mais eficientes que a soma de seus efeitos isoladamente; porém, podem também ser antagônicas, já que algumas medidas cinza podem ter impacto negativo sobre a biodiversidade.

Nesta seção, as medidas de adaptação recomendadas pelo PNA são descritas, com uma ênfase em AbE, cujo o conceito é discutido em mais detalhes a seguir.

4.1 ADAPTAÇÃO COM BASE ECOSISTÊMICA (ABE)

A adaptação com base ecossistêmica (AbE) vem recebendo destaque por seus benefícios, que geralmente vão além de vulnerabilidades específicas de um setor ou empreendimento, trazendo benefícios mais amplos para a sociedade. Assim, neste trabalho, apresenta-se uma discussão conceitual de AbE, como ela definida no PNA, seus níveis de definição, as recomendações de medidas de AbE do PNA e as políticas públicas relacionadas.

4.1.1 DEFINIÇÕES DE ABE

Neste trabalho, dialoga-se especialmente com a definição de AbE adotada pelo trabalho de referência do MMA, desenvolvido pela 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 baseada 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).

A Fundação Grupo Boticário (2014), que é uma das referências principais deste trabalho, 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 agroempreendimentos 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. Por exemplo, os casos citados e os trabalhos que foram revisados para a publicação da Fundação Grupo Boticário para a Fundação Grupo Boticário (Fundação Grupo Boticário, 2014) também tratam de projetos locais, com foco comunitário, que tanto podem ser classificados como de AbE como de Adaptação com base Comunitária (AbC). Assim, no levantamento desenvolvido, a publicação 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. A Tabela 4 apresenta os projetos de AbE selecionados pela Fundação Grupo Boticário como melhores práticas.

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.

Tabela 4: Projetos de AbE¹³.

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.
CARPPIA 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 (INAP), Colômbia – América Latina e Caribe (ALC.04)	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.
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 (Zimbabwe) (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 (www.coastalresilience.org/) 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 (Papua Nova Guiné): 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.

¹³ Estes projetos foram considerados melhores práticas em AbE pela Fundação Grupo Boticário no relatório Adaptação Baseada em Ecossistemas: Oportunidades para políticas públicas em mudanças climáticas (2014).

Portanto, 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.

4.1.2 ABE NO PNA

Quando se elabora um Plano Nacional de Adaptação com base setorial, os roteiros e mesmo os estudos de caso de AbE são frequentemente inadequados ou incompletos¹⁴, sendo difíceis de serem incorporados, por exemplo, nos diferentes setores, a não ser quando estes setores 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.

4.1.3 NÍVEIS DA DEFINIÇÃO DE ABE

AbE pode ser vista em quatro níveis:

- **Medidas de AbE:** muitas vezes tratadas de “infraestrutura verde”, em oposição a “infraestrutura cinza”, são as ações ou *serviços de conservação*, isto é, *preservação, conservação, recuperação e uso sustentável dos ecossistemas e da biodiversidade*¹⁵ 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 (ex: casos coletados pela Fundação Grupo Boticário, 2014).
- **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

¹⁴ Para o enfoque setorial.

¹⁵ Adaptação da definição de “conservação da natureza” na Lei Nº 9.985/2000.

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 é uma estratégia importante, mas 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. AbE será mais útil a governos nas três esferas e a empresas públicas e privadas, além de comunidades, se for tratada de forma mais abrangente.

Além disso, 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”¹⁶ com o intuito de fornecer serviços ecossistêmicos que possibilitem a sociedade se adaptar aos impactos da mudança do clima.

Ainda, AbE pode ser implementada por meio de uma *melhor repartição de benefícios da biodiversidade*. No atual estágio (incipiente) da integração da conservação da natureza na economia é frequente que potenciais benefícios da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos deixem de ser aproveitados e, quando são, é comum serem mal distribuídos¹⁷. Assim, num contexto de mudança do clima, e como avanço da integração das atividades de conservação na economia, a AbE pode estar no melhor aproveitamento e repartição dos benefícios da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.

4.1.4 RECOMENDAÇÕES DE ABE NO PNA

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.*

¹⁶ Definição na Lei 9.985/2000.

¹⁷ 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.

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.*

Os capítulos do PNA recomendam 66 medidas de adaptação¹⁸, sendo 24 medidas de AbE e três medidas de adaptação potencialmente conflitivas com a integridade dos ecossistemas e conservação da 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 AbE¹⁹ (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, com três ou mais capítulos recomendando, foram: **Proteção e recuperação da vegetação de APPs²⁰, 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 crioula, 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.

¹⁸ As **medidas de adaptação do PNA** foram identificadas numa planilha (“PNA – Vulnerabilidades e Medidas de Adaptação”, em anexo) 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.

¹⁹ 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.

²⁰ Nesta seção, destacam-se as medidas AbE por meio de negrito.

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

Medidas			Total
ABE			25
Não AbE			41
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	4	11	14
Recursos Hídricos	4	7	11
Saúde	0	3	3
Segurança Alimentar e Nutricional	12	1	13
Zonas Costeiras	2	0	2

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**²¹, 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 criola, 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 criola 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**

²¹ 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.

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
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 ²²	1	2
Agente Comunitário de Saúde		2
Conservação de solo, favorecendo a integridade dos ecossistemas e a conservação de água, por meio de práticas 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
Total AbE	13	

²² Terras indígenas (Tis) são consideradas áreas protegidas pela legislação nacional e vêm apresentando índices de conservação tão bons ou melhores que as unidades de conservação. A Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental das Terras Indígenas (PNGATI) procura consolidar esse papel importante das Tis na conservação da biodiversidade.

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 água²³.

Outras 11 medidas de AbE, citadas em apenas um capítulo também 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).
- Povos e Comunidades Vulneráveis:
 - Reabilitação e fortalecimento de conhecimentos agrícolas tradicionais.
- 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.

²³ Consideramos essa medida AbE porque geralmente envolve o uso da biodiversidade para melhor adaptação às condições do semiárido.

4.1.5 POLÍTICAS PÚBLICAS RELACIONADAS COM ABE

Das 24 medidas de AbE recomendadas pelo PNA, 14 foram apresentadas com políticas públicas relacionadas (Tabela 7). Ter políticas públicas relacionadas, porém, não quer dizer que essas políticas já tenham foco na mudança do clima. Significa que essas políticas devem ser avaliadas e revistas, se for o caso, e incorporadas como parte da estratégia de adaptação.

Tabela 7: Medidas AbE e políticas relacionadas.

Medidas	Políticas públicas relacionadas
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
Redução do desmatamento, recuperação da vegetação nativa	Planos de prevenção e combate ao desmatamento e queimadas, Código Florestal, Planos de Recuperação Ambiental
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)

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* – por isso, sugere-se as políticas relacionadas a cada uma (Tabela 8):

Tabela 8: Medidas de AbE e políticas públicas sugeridas revisar para ver se não existem outras políticas relacionadas

Medidas AbE sem referência a políticas públicas	Políticas públicas sugeridas
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
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 Nº 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, e que devem ser foco de avaliação e, se necessário, ajustes para integração de uma Estratégia de AbE, são:

- **Lei de Proteção da Vegetação Nativa e seus mecanismos de governança e pagamento por serviços ambientais:** A Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012 determina a conservação da vegetação nativa nas propriedades privadas, na forma de “Reserva Legal”, em percentuais que variam de 20 a 80%, de acordo com a região do país, e adicionalmente em áreas vulneráveis, como as nascentes, margens de rios, terrenos íngremes e topos de morros. A Lei também estabeleceu o Cadastro Ambiental Rural (CAR), um registro informatizado georreferenciado das propriedades e posses rurais, onde os ativos e passivos ambientais ficam registrados para acompanhamento do cumprimento da Lei pelos proprietários. O CAR também será a base para a compensação das obrigações de conservação da Reserva Legal em outras propriedades por diversos mecanismos, incluindo as Cotas de Reserva Ambiental (CRAs), que são títulos nominativos correspondentes a um hectare de vegetação nativa conservada ou em recuperação.

- **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.

4.2 MEDIDAS NÃO-ABE RECOMENDADAS PELO PNA

As medidas não-AbE não envolvem o uso da biodiversidade e dos ecossistemas. Nesta seção, apresentamos as medidas não-AbE propostas pelo PNA²⁴. Embora algumas dessas medidas possam, às vezes, ser implementadas com base em ecossistemas, em geral, não o são. 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 de 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 do PNA:

- 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 chumbo 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.

²⁴ Essas medidas foram identificadas numa planilha (“PNA – Vulnerabilidades e Medidas de Adaptação”, em anexo).

- 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;
 - 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 reservação interanual nos empreendimentos de produção de energia;
 - Soluções locais de geração de energia de maneira complementar à energia proveniente do Sistema Interligado Nacional (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.

Considera-se que as seguintes medidas não-AbE são *potencialmente*²⁵ antagônicas à conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, e que, por isso, devem ser adotadas com cautela, com apoio no processo de licenciamento ambiental:

- **Construção de pequenas e médias barragens (Agricultura):** a construção de pequenas e médias barragens pode ter impacto sobre a movimentação dos peixes ao longo dos cursos d'água e a falta de uma gestão eficaz da vazão com critérios ecológicos pode prejudicar os ecossistemas. Por outro lado, pequenas barragens podem apoiar processos de recuperação de áreas degradadas e a retenção de água dentro das bacias.
- **Equilíbrio da matriz de transporte de cargas no país, garantindo ao setor responder aos danos potenciais, tornando o sistema menos vulnerável:** equilibrar a matriz de transporte pode envolver obras com significativo impacto ambiental (Infraestrutura), tais como ferrovias, hidrovias, e pavimentação de estradas.

²⁵ Dependendo de como são implementadas.

- **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).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

5.1 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 de chuvas concentradas e intensas, e da temperatura. Entre as formas de exposição aquáticas, o aumento do nível relativo do mar foi a mais citada. Na leitura do PNA, puderam ser identificadas 86 vulnerabilidades, sendo as mais importantes a existência de habitações, empreendimentos 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.

5.2 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 um capítulo 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 mudança do clima, mas com ela, tornam-se críticas para a economia e a sociedade: desigualdade social, precariedade da ocupação urbana, mudança e degradação dos ecossistemas 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 se consolidar e prover 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, agregando prioridade política e recursos, 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:

- Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei Nº 12.651/2012, “Código Florestal”) e seus mecanismos de governança e pagamento por serviços ambientais
- 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. 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 (SAE 2013, *apud* MMA 2015).

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.

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.

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

disso, existe muito potencial para a promoção do uso sustentável da biodiversidade para a agricultura, pecuária, manejo florestal madeireiro e não madeireiro, criação de abelhas nativas, dentre outros, em biomas como caatinga, cerrado e pampa. Isto se daria por meio de replicação de tecnologias e experiências de manejo sustentável, apoiada por políticas que resolvam entraves relacionados ao licenciamento, extensão e financiamento.

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 mudança do clima 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.

6 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.
- TRIVERS, 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.