

CAPÍTULO BIODIVERSIDADE DO PLANO NACIONAL DE ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

1. BIODIVERSIDADE

1.1. INTRODUÇÃO

A Convenção da Diversidade Biológica (CDB) definiu a biodiversidade como “a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas” (CDB, Art. 2o., BRASIL/MMA, 1992, p. 9). A diversidade biológica é a base para uma série de benefícios para a sociedade – os chamados serviços ecossistêmicos – que favorecem as economias e o bem-estar das populações.

O clima é determinante para a sobrevivência e distribuição dos seres vivos no planeta. Pelo menos desde o início do século passado, estudos avaliam a influência das variações do clima e da variabilidade climática sobre as espécies (PARMESAN, 2006). Mais recentemente os registros dos impactos da mudança do clima associada ao aquecimento global passaram a ser mais frequentes e abrangentes (Ibid.; Hughes 2000, McCarty 2001, Walther et al. 2002 e Walther et al. 2005 apud VALE; ALVES; LORINI, 2009). A maior parte dos registros no entanto, tem se concentrado na América do Norte, Europa e Japão, com grandes lacunas na América do Sul (PARMESAN, 2006; VALE; ALVES; LORINI, 2009)¹. Até 2009, poucas tentativas de avaliar o impacto das mudanças climáticas globais na biodiversidade dos trópicos haviam sido realizadas (VALE; ALVES; LORINI, 2009). A exceção são os trabalhos realizados a partir de 2007, sobre os impactos de cenários futuros de mudanças climáticas sobre a biodiversidade brasileira (por exemplo, MARENGO, J., 2007; MARINI; BARBET-MASSIN; LOPES; *et al.*, 2010; MARINI; BARBET-MASSIN; MARTINEZ; *et al.*, 2010; MARINI *et al.*, 2009a, b; VIEIRA; MENDES; OPREA, 2012).

Assim, os estudos sobre os impactos observados da mudança do clima na biodiversidade brasileira são ainda incipientes e esparsos. Atualmente, é difícil estabelecer, com base científica, ligações causais entre o declínio de uma espécie e a mudança do clima (PBMC, 2013). Isso se dá porque as variações climáticas que já podem estar impactando as espécies ainda são difíceis de serem atribuídas à mudança do clima – embora haja um consenso quase unânime de que esta já está acontecendo e que pode alcançar níveis críticos nas próximas décadas (IPCC, 2014). Então, se não é possível precisar a *exposição* atual, fica difícil concluir sobre os impactos, ainda que se possa observá-los.

Apesar disso, há um consenso de que os ecossistemas estão sendo expostos à mudança do clima em todo o mundo (IPCC, 2014), e uma forma de se conectar um determinado evento climático com a mudança do clima é verificar se o evento é previsto pelos modelos climáticos.

¹Parmesan (2006) revisou 866 trabalhos *peer reviewed*, e 40% deles foram produzidos nos últimos três anos antes da elaboração do seu artigo.

No Brasil, um dos efeitos atuais esperados da mudança do clima é a maior incidência de eventos extremos e de variação no padrão sazonal da pluviosidade com excesso de chuva em períodos concentrados e longos períodos de estiagem. Nos últimos anos, nas florestas da Amazônia, grandes cheias e secas têm chamado atenção (ESPINOZA *et al.*, 2014; MARENGO, J. A.; BORMA; *et al.*, 2013a), apesar de que não se pode afirmar, de forma conclusiva, que são parte da mudança do clima (MARENGO, J. A.; BORMA; *et al.*, 2013b). Na Amazônia, o principal impacto atual esperado sobre a floresta é o aumento do número e da extensão de incêndios florestais. Na Caatinga, a vegetação vêm sofrendo com secas prolongadas (MARENGO, J. A.; ALVES; *et al.*, 2013) e processos de desertificação, associados ao uso da terra e, provavelmente, mudança do clima, têm sido observados. Também tem sido notável a ocorrência de eventos extremos de precipitação no Sudeste e Sul do Brasil (SILVA, 2011). Em todo o Brasil, há a percepção (embora não se possa afirmar conclusivamente) de que a incidência de eventos extremos esteja aumentando, com impactos na biodiversidade, e os modelos climáticos indicam que esses eventos serão ainda mais comuns no futuro (ESPINOZA *et al.*, 2014; MARENGO, J., 2007; MARENGO, J. A.; ALVES; *et al.*, 2013; MARENGO, J. A.; BORMA; *et al.*, 2013a; SANTOS *et al.*, 2013; SILVA, 2011).

A mudança do clima pode influenciar as espécies diretamente ou de forma indireta. De forma direta, mudanças na temperatura e na precipitação podem prejudicar o desenvolvimento, reduzir a mobilidade, prejudicar taxas reprodutivas, aumentar a mortalidade, etc. Além dos parâmetros climáticos médios que influenciam as espécies, assim como no caso dos ecossistemas, os eventos extremos podem ter impacto importante, especialmente as enchentes, as secas prolongadas e os incêndios em ambientes onde os organismos não estão adaptados. Além dos parâmetros médios e dos eventos extremos, exposição à mudança do clima sobre uma espécie depende do seu micro-habitat, ou seja, de onde o organismo vive no ecossistema, por exemplo, em habitat subterrâneo (CLOSEL; KOHLSDORF, 2012), no alto da copa das árvores ou dentro d'água.

Indiretamente, essas mudanças podem impactar as espécies por meio dos impactos sobre os ecossistemas dos quais elas dependem, ou prejudicar ou beneficiar outras espécies, favorecendo patógenos, predadores e competidores, e prejudicando organismos mutualísticos e as fontes de alimentos. Os resultados desses impactos podem ser mais rápidos ou mais lentos². Segundo Parmesan (2006), que revisou 866 trabalhos *peer reviewed* realizados em diversas partes do mundo, a maioria dos impactos observados da mudança do clima sobre a biodiversidade tem se dado sobre a fenologia³ das espécies, devido a mudanças na sazonalidade de temperatura e precipitação. Isso pode ser particularmente importante para a sincronia entre as espécies e suas fontes de alimentos, que com a mudança do clima, pode ser prejudicada (Harrington *et al.* 1999, Visser & Both 2005, apud PARMESAN, 2006).

O aumento das taxas de extinção de anfíbios tropicais na América do Sul e Central, chegando a 67% nos últimos 20-30 anos, é um dos mais notáveis impactos da mudança do clima

² Embora os trabalhos modelando os efeitos da exposição das espécies à mudança do clima sejam cada vez mais comuns, a exposição atual no Brasil não foi identificada nos estudos consultados. Isso pode ser resultado da falta de uma síntese sobre as mudanças no clima já ocorridas.

³ A fenologia é o conjunto dos eventos biológicos cíclicos de uma espécie, como os relacionados a reprodução, crescimento, queda e brotação de folhas, floração, entre outros. A sincronia desses eventos entre as espécies é muito importante na organização dos ecossistemas e para o sucesso das espécies.

registrados sobre as espécies, provavelmente devido a um fungo que é favorecido por noites mais quentes e menor nebulosidade (Pounds et al.2006, citado por Parmesan 2006).

Enquanto na maioria dos ecossistemas terrestres a influência da mudança do clima se dá por meio de variações de temperatura do ar e de precipitação, ou indiretamente por fatores bióticos, na zona costeira e marinha a mudança do clima também influencia a biodiversidade indiretamente pela elevação do nível dos oceanos, elevação da temperatura das águas, acidificação das águas e mudanças na salinidade. No século XX, a elevação do nível dos oceanos alcançou entre 12 e 22 cm e as previsões são de que eles vão continuar a elevar seu nível (SILVA BEZERRA; AMARAL; KAMPEL, 2014).

Um impacto importante tem sido o aumento do “branqueamento” (bleaching) dos recifes de coral devido à perda da alga simbiote, devido ao aumento da temperatura e da acidez das águas marinhas. Esse processo, que ficou bastante conhecido no Caribe (PARMESAN, 2006), também ocorre no Brasil. Estudos detectaram que anomalias térmicas de apenas 0,25 °C por duas semanas no litoral norte da Bahia e 0,5°C em Abrolhos causaram branqueamento em 10% dos corais (LEÃO, Z.; KIKUCHI; OLIVEIRA, 2008; LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI; OLIVEIRA, 2008). Os Recifes de coral também são sensíveis à acidificação das águas do mar. Tem sido documentado um movimento na área de ocorrência de corais e de algumas espécies de peixes em direção a maiores latitudes (PARMESAN, 2006).

Nem todas as possíveis perdas de biodiversidade associadas à mudança do clima são inevitáveis. Uma série de medidas podem ser adotadas ou adaptadas para diminuir a vulnerabilidade da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos que ela gera. Essas medidas envolvem a redução da sensibilidade e o aumento da capacidade de adaptação da biodiversidade e da sociedade. Ao mesmo tempo, a biodiversidade pode ser a base para medidas de adaptação de outros setores, por meio das medidas de adaptação com base em ecossistemas (AbE).

Este capítulo descreve o arranjo institucional relacionado com a biodiversidade, analisa a vulnerabilidade da biodiversidade à mudança do clima, aponta como isso está relacionado com outros setores, apresenta indicadores e lacunas de informação, e propõe diretrizes para as políticas públicas.

1.2. ARRANJO INSTITUCIONAL

No Brasil, o arranjo institucional para a biodiversidade resulta de uma combinação de convenções internacionais, legislação nacional (federal, estadual e municipal), instâncias de coordenação e execução, parcerias, e políticas públicas e programas.

1.2.1. PRINCIPAIS CONVENÇÕES E ACORDOS INTERNACIONAIS RELACIONADOS COM BIODIVERSIDADE E ADAPTAÇÃO À MUDANÇA DO CLIMA

São três as principais convenções relacionadas com biodiversidade e adaptação à mudança do clima, que foram estabelecidas na mesma Conferência das Nações Unidas para Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) “Rio 92”:

- Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (CQNUMC ou UNFCC)

- Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB)
- Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos das Secas (UNCCD)

Além dessas três convenções principais, os compromissos brasileiros relacionados com a biodiversidade e adaptação à mudança do clima estão expressos em uma série de objetivos e metas. Os principais acordos, convenções, objetivos e metas estão descritos a seguir:

Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (CQNUMC)

A CQNUMC ou UNFCCC foi adotada na Rio 92 e foi ratificada por 195 países (partes da Convenção). A convenção reconhece as mudanças climáticas decorrentes do aquecimento da atmosfera do planeta pelas alterações produzidas pelas atividades humanas que geram “gases de efeito estufa” (GEEs) (UNFCCC, [S.d.]).

NAMAs

NO âmbito da UNFCCC, compromissos de redução de desmatamento foram expressos pelo Brasil em NAMAs (*National Appropriate Mitigation Actions*, ou Ações Apropriadas de Mitigação em Nível Nacional), em carta enviada à Convenção em 2010 (BRASIL, 2010). Entre esses compromissos, está a redução de emissões de desmatamento na Amazônia (redução de 564 milhões de toneladas de CO₂eq em 2020) e no Cerrado (redução de 104 milhões de toneladas de CO₂eq em 2020), o que evitará uma sensibilidade maior desses biomas à mudança do clima.

Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB)

A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) é o arranjo de colaboração internacional assumido pelas nações para a

conservação da diversidade biológica, a utilização sustentável de seus componentes e a repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos, mediante, inclusive, o acesso adequado aos recursos genéticos e a transferência adequada de tecnologias pertinentes, levando em conta todos os direitos sobre tais recursos e tecnologias, e mediante financiamento adequado (BRASIL/MMA, 1992).

A CDB foi ratificada por meio do Decreto Legislativo Nº 2, de 1994, que aprovou o texto da Convenção, e promulgada por meio do Decreto Nº 2.519, de 1998. A CDB é governada pela Convenção das Partes (ou *Convention of the Parties – COP*), que já se reuniu 12 vezes.

Metas de Aichi e Metas Brasileiras para a Biodiversidade 2020

Reunidas em Nagoya, no Japão, durante a sua 10ª Convenção, em 2010, as “partes” da CDB concordaram em trabalhar juntas para implementar 20 metas até 2020, chamadas de Metas de Aichi⁴. Em 2011, o Ministério do Meio Ambiente, em parceria com diversas Instituições ambientais, lançou iniciativa "Diálogos sobre Biodiversidade: construindo a estratégia brasileira para 2020" (Resolução Conabio Nº 6/2013) para estabelecer, participativamente, as metas nacionais de biodiversidade relacionadas ao Plano Estratégico de Biodiversidade 2011-2020 da CDB (Metas de Aichi), com base numa publicação que avaliava o estado atual das Metas de Aichi no Brasil (UICN; WWF-BRASIL; IPÊ, 2011).

⁴ Aichi é a província do Japão cuja capital é a cidade de Nagoya.

Com base nesses subsídios, a Comissão Nacional de Biodiversidade (Conabio) discutiu as metas nacionais e aprovou a versão final do texto das metas nacionais, expresso pela Resolução CONABIO Nº 06, de 03 de setembro de 2013. Várias das Metas Nacionais estão relacionadas com medidas que podem integrar o PNA. As principais são:

- *Meta Nacional 5: Até 2020 a taxa de perda de ambientes nativos será reduzida em pelo menos 50% (em relação às taxas de 2009) e, na medida do possível, levada a perto de zero e a degradação e fragmentação terão sido reduzidas significativamente em todos os biomas.*
- *Meta Nacional 7: Até 2020, estarão disseminadas e fomentadas a incorporação de práticas de manejo sustentáveis na agricultura, pecuária, aquicultura, silvicultura, extrativismo, manejo florestal e da fauna, assegurando a conservação da biodiversidade.*
- *Meta Nacional 9: Até 2020, a Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras deverá estar totalmente implementada, com participação e comprometimento dos estados e com a formulação de uma Política Nacional, garantindo o diagnóstico continuado e atualizado das espécies e a efetividade dos Planos de Ação de Prevenção, Contenção, Controle.*
- *Meta Nacional 10: Até 2015, as múltiplas pressões antropogênicas sobre recifes de coral e demais ecossistemas marinhos costeiros impactados por mudanças de clima ou acidificação oceânica terão sido minimizadas para que sua integridade e funcionamento sejam mantidos.*
- *Meta Nacional 11: Até 2020, serão conservadas, por meio de unidades de conservação previstas na Lei do SNUC e outras categorias de áreas oficialmente protegidas, como APPs, reservas legais e terras indígenas com nativa, pelo menos 30% da Amazônia, 17% de cada um dos demais biomas terrestres e 10% de áreas marinhas e principalmente áreas de especial importância para biodiversidade e serviços ecossistêmicos, assegurada e respeitada a demarcação, regularização e a gestão efetiva e equitativa, visando garantir a interligação, integração e representação ecológica em paisagens terrestres e marinhas mais amplas.*
- *Meta Nacional 12: Até 2020, o risco de extinção de espécies ameaçadas terá sido reduzido significativamente, tendendo a zero, e sua situação de conservação, em especial daquelas sofrendo maior declínio, terá sido melhorada.*
- *Meta Nacional 13: Até 2020, a diversidade genética de microrganismos, plantas cultivadas, de animais criados e domesticados e de variedades silvestres, inclusive de espécies de valor socioeconômico e/ou cultural, terá sido mantida e estratégias terão sido elaboradas e implementadas para minimizar a perda de variabilidade genética.*
- *Meta Nacional 14: Até 2020, ecossistemas provedores de serviços essenciais, inclusive serviços relativos à água e que contribuem à saúde, meios de vida e bem-estar, terão sido restaurados e preservados, levando em conta as necessidades das mulheres, povos e comunidades tradicionais, povos indígenas e comunidades locais, e de pobres e vulneráveis.*

- *Meta Nacional 15: Até 2020, a resiliência de ecossistemas e a contribuição da biodiversidade para estoques de carbono terão sido aumentadas através de ações de conservação e recuperação, inclusive por meio da recuperação de pelo menos 15% dos ecossistemas degradados, priorizando biomas, bacias hidrográficas e ecorregiões mais devastados, contribuindo para mitigação e adaptação à mudança climática e para o combate à desertificação*
- *Meta Nacional 18: Até 2020, os conhecimentos tradicionais, inovações e práticas de Povos Indígenas, agricultores e Comunidades Tradicionais relevantes à conservação e uso sustentável da biodiversidade, e a utilização consuetudinária de recursos biológicos terão sido respeitados, de acordo com seus usos, costumes e tradições, a legislação nacional e os compromissos internacionais relevantes, e plenamente integrados e refletidos na implementação da CDD com a participação plena e efetiva de povos Indígenas, agricultores familiares e comunidades tradicionais em todos os níveis relevantes*
- *Meta Nacional 19: Até 2020 as bases científicas, e as tecnologias necessárias para o conhecimento sobre a biodiversidade, seus valores, funcionamento e tendências, e sobre as consequências de sua perda terão sido ampliados e compartilhados, e o uso sustentável, a geração de tecnologia e inovação a partir da biodiversidade estarão apoiados, devidamente transferidos e aplicados. Até 2017 a compilação completa dos registros já existentes da fauna, flora e microbiota, aquáticas e terrestres, estará finalizada e disponibilizada em bases de dados permanentes e de livre acesso, resguardadas as especificidades, com vistas à identificação das lacunas do conhecimento nos biomas e grupos taxonômicos.*

Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos das Secas (UNCCD)

Junto com outros 192 países, o Brasil é signatário da Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos das Secas (UNCCD, sigla em Inglês). Esse compromisso estabelece padrões de trabalho e metas internacionais convergentes em ações coordenadas na busca de soluções qualitativas que atendam às demandas socioambientais nos espaços áridos, semiáridos e subúmidos secos. No Brasil, esses espaços estão entre os que serão mais expostos à mudança do clima.

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Um dos principais resultados da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20), em 2012, foi o acordo de que os países membros da ONU deveriam elaborar e se comprometer com Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Esses objetivos estão sendo discutidos, e incluem os seguintes que estão relacionados com o PNA (OPEN WORKING GROUP ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS, 2015):

Objetivo proposto 13: Agir urgentemente para combater a mudança do clima e seus impactos.

Objetivo proposto 14. Conservar e utilizar sustentavelmente os oceanos, mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.

Objetivo proposto 15. Proteger, restaurar e promover a utilização sustentável dos ecossistemas terrestres, sustentavelmente gerir florestas, combater a desertificação, e parar e reverter a degradação da terra e interromper a perda de biodiversidade.

Para que esses três objetivos sejam alcançados, estratégias de adaptação serão necessárias.

1.2.2. LEGISLAÇÃO NACIONAL

O Brasil já possui um considerável desenvolvimento de governança na área de biodiversidade que pode ser utilizado para adaptação à mudança do clima, incluindo leis federais e estaduais:

Marcos legais federais principais

Há dois marcos legais principais que tratam da conservação da biodiversidade nos níveis de ecossistemas, espécies e diversidade genética:

- **Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei Nº 12.651/12):** Estabelece as reservas legais (percentual das propriedades que precisa ser mantido com vegetação nativa), áreas de preservação permanente (áreas nas propriedades que, devido a suas funções de proteção dos recursos naturais, têm que ser mantidas conservadas e incluem as margens de rios, áreas ao redor de nascentes, encostas íngremes e topos de morros), e o Cadastro Ambiental Rural (CAR, que permite o controle dessas áreas nas propriedades e é utilizado para determinar a necessidade de recuperação de áreas).
- **Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei Nº 9.985):** Estabelece as categorias de unidades de conservação e suas finalidades.

Além disso, o **Mapa de Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira** (Portaria MMA no. 9, de 23 de janeiro de 2007) indica as áreas para ações de conservação, recuperação e manejo em termos de sua importância e urgência. A instância de aprovação do Mapa é a Comissão Nacional da Biodiversidade (Conabio), que reúne uma representação multisetorial da sociedade brasileira.

Marcos legais estaduais

A Constituição Federal de 1988 estabelece que a gestão ambiental é competência comum da União, Estados e Municípios (Art. 24). A maioria dos Estados possui legislação que espelha as leis citadas acima, além de estabelecerem o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) que, no caso do Município, encontra seu equivalente no Plano Diretor.

Esses instrumentos legais federais e estaduais, embora ainda não incorporem a perspectiva de adaptação à mudança do clima, permitem a proteção do território de forma estratégica, favorecendo as medidas necessárias para diminuir ou evitar o aumento da sensibilidade da biodiversidade à mudança do clima, assim como favorecer sua capacidade de adaptação.

1.2.3. INSTÂNCIAS DE COORDENAÇÃO

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) coordena as políticas relacionadas com a conservação da biodiversidade no âmbito nacional, apoiado por instâncias colegiadas, como o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), que é o órgão consultivo e deliberativo para o SNUC, e a Comissão Nacional de Biodiversidade (Conabio), que é o órgão consultivo e deliberativo para o Mapa de Áreas Prioritárias para a Biodiversidade e para as Metas Nacionais de Biodiversidade. Nos Estados e nos Municípios, secretarias de meio ambiente e órgãos ambientais também são apoiados por instâncias colegiadas, como os conselhos estaduais e municipais de meio ambiente.

1.2.4. INSTÂNCIAS DE EXECUÇÃO, TRANSVERSALIDADE E PARCERIAS

No âmbito federal, as instâncias de execução das políticas relacionadas com a biodiversidade são o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), o Instituto Chico Mendes para Conservação da Biodiversidade (ICMBio), o Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ) e o Serviço Florestal Brasileiro (SFB).

Entretanto, as ações muitas vezes envolvem vários órgãos e agências do governo, como a Fundação Nacional do Índio (Funai) e a Polícia Federal, no âmbito do Ministério da Justiça, as Forças Armadas, o Banco Central, o Ministério da Fazenda, Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação, Ministério do Desenvolvimento Agrário, Ministério do Desenvolvimento Social, entre outras. Empresas e bancos públicos também vêm contribuindo, como é o caso do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), da Caixa Econômica Federal, do Banco do Brasil, da Petrobras e da Embrapa, entre outros.

As parcerias são muito importantes na gestão da biodiversidade. Muitos projetos são financiados ou executados por organismos internacionais, cooperação bilateral e organizações não-governamentais. Nessas categorias, destacam-se, pelo volume de recursos e histórico, respectivamente, o Fundo Mundial para o Meio Ambiente (GEF), a Cooperação Alemã e o Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (Funbio), mas a lista seria bastante extensa além dessas organizações. Além disso, uma série de organizações e grupos locais, de base comunitária, são executores das ações ligadas à biodiversidade.

1.2.5. POLÍTICAS PÚBLICAS E PROGRAMAS

Gestão da informação

O Sistema Nacional de Informações sobre Meio Ambiente (Sinima) é o instrumento responsável pela gestão da informação no âmbito do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), de acordo com a lógica da gestão ambiental compartilhada entre as três esferas de governo. Em relação à biodiversidade e adaptação à mudança do clima, os seguintes subsistemas são importantes:

- Portal da Biodiversidade – MMA/ICMBIO
- Sistema de Informação em Biodiversidade – SIB-BR/MCTI
- Sistema Nacional de Suporte a Tomada de Decisão – SINADE – MMA/MCTI

Sistemas de Monitoramento da Cobertura Vegetal

- Sistemas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE):
 - **Prodes - Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite:** produz as taxas anuais de desmatamento na Amazônia Legal.
 - **Deter – Detecção de Desmatamento em Tempo Real:** levantamento rápido de alertas de evidências de alteração da cobertura florestal na Amazônia, cujos dados são fornecidos ao Ibama até 5 dias após a obtenção da imagem e divulgados a cada três meses.
- **Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite (Ibama):** monitoramento sistemático da cobertura vegetal dos biomas Cerrado, Caatinga, Mata

Atlântica, Pampa e Pantanal, a fim de quantificar desmatamentos de áreas com vegetação nativa. A última atualização disponível é de 2010, para o bioma Cerrado.

- **TerraClass (INPE e Embrapa):** Mapeamento do uso e cobertura da terra na Amazônia Legal para todas as áreas desflorestadas mapeadas pelo PRODES até o ano de 2012.
- **TerraClass Cerrado (MMA, Embrapa, Ibama e Inpe):** Mapeamento do uso e cobertura da terra no Cerrado.

Políticas

Além da Política Nacional sobre Mudança do Clima, as seguintes políticas nacionais estão relacionadas com biodiversidade e adaptação à mudança do clima:

- Plano Nacional de Áreas Protegidas (PNAP)
- Plano Nacional de Combate à Desertificação
- O Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM)
- Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado(PPCerrado)
- Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Caatinga (PPCaatinga)
- Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas (PNGATI)
- Planaveg - Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa

Programas

Os principais programas e projetos federais relacionados com biodiversidade e adaptação à mudança do clima são:

- Programa Mata Atlântica
- Planos de ação para espécies ameaçadas
- Programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA)
- Projeto Áreas Protegidas Marinhas e Costeiras (GEF-MAR)

Mecanismos extraorçamentários de financiamento

As ações relacionadas com biodiversidade e adaptação à mudança do clima são financiadas por uma série de mecanismos extraorçamentários de financiamento, destacando-se os principais, em termos de volume de recursos:

- Fundo Clima
- Fundo Amazônia
- Projetos apoiados pelo Fundo Mundial para o Meio Ambiente (GEF)

1.3. ANÁLISE DE VULNERABILIDADE

A abordagem de análise da vulnerabilidade desenvolvida neste capítulo obedece à abordagem metodológica do 3º e 4º Relatórios de Avaliação do IPCC (IPCC AR3 e AR4) (2007). O AR3 (IPCC, 2001) apresenta a vulnerabilidade como resultante de fatores de exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação dos sistemas naturais e humanos.

A revisão do conhecimento sobre estas categorias em relação ao tema de biodiversidade foi desenvolvida com base em trabalhos realizados no Brasil e em outros países. Assim, este capítulo analisa a vulnerabilidade da biodiversidade nos seus três níveis, de acordo com definição da CDB:

- a) Ecossistemas
- b) Espécies/populações
- c) Diversidade genética dentro das espécies/populações

Entre os temas do Plano Nacional de Adaptação (PNA), a biodiversidade é um tema diferente, pois pode ser visto na perspectiva antropocêntrica ou na biocêntrica. Na perspectiva antropocêntrica, o ser humano faz parte do sistema e a vulnerabilidade trata de como a sociedade será afetada. Na perspectiva biocêntrica, o sistema tem capacidade de se adaptar e a vulnerabilidade trata de como a biodiversidade (ecossistemas, espécies e diversidade genética) será afetada. Neste capítulo, usamos uma combinação das duas abordagens.

1.3.1. ECOSSISTEMAS TERRESTRES

Conceitualmente, ecossistema é “um complexo dinâmico de comunidades vegetais, animais e microrganismos e o seu meio inorgânico que interagem como uma unidade funcional” (BRASIL/MMA, 1992, p. 9). Neste capítulo, consideramos que os ecossistemas são representados pelas *fitofisionomias*, organizadas em *biomas*.

O IBGE classificou o território continental brasileiro em seis biomas (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal, Pampa). Conceitualmente *bioma* é “um conjunto de vida (vegetal e animal) constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, resultando em uma diversidade biológica própria”. A definição de bioma para ambientes marinhos (por ex., HAYDEN; RAY; DOLAN, 1984), não foi adotada pelo IBGE. Biomas, na classificação do IBGE, envolvem formações dominantes em um conjunto característico de tipos de vegetação (*fitofisionomias*).

Entretanto, biomas e fitofisionomias não expressam a composição de espécies nem os processos evolutivos que a criaram. Para isso, o IBGE apresenta o território brasileiro dividido em quatro *regiões florísticas*, caracterizadas pela dominância de certas famílias taxonômicas que compõem sua fisionomia principal, indicando a origem evolutiva principal da biota na área (IBGE, 2012):

- Região Florística Amazônica: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Sempre-Verde e Campinarana.
- Região Florística do Brasil Central: Savana, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual.
- Região Florística Nordeste: Savana-Estépica: Caatinga do Sertão Árido com suas disjunções vegetacionais; Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; Floresta Estacional Decidual e Savana.
- Região Florística do Sudeste: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual e Savana.

Essas regiões compartilham algumas fitofisionomias, mas a composição das espécies dominantes é diferente devido a fatores como clima, geologia, história evolutiva e barreiras à dispersão.

O Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) sistematizou os estudos com as projeções de mudanças do clima para o Século XXI, mostrando aumentos de temperatura em todos os biomas, com diminuição da pluviosidade na Amazônia, Caatinga, Cerrado e Pantanal, e aumento de pluviosidade na Mata Atlântica e Pampa (PBMC, 2013) (Tabela 2).

TABELA 1: PROJEÇÕES DE MUDANÇA NA TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO NOS BIOMAS BRASILEIROS.

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

Fonte: adaptado, com dados de PBMC (2013).

As fitofisionomias podem ser classificadas em classes, subclasses, grupos e subgrupos de formações, formações propriamente ditas e subformações (Tabela 2). As classes são determinadas pelo aspecto geral da vegetação. As subclasses, são determinadas pelo clima (basicamente, a ocorrência de meses secos ou frios). Os grupos são determinados pelo tipo de fisiologia da vegetação – se adaptada a condições de seca (xerófita) ou de umidade (higrófita), o que é basicamente um resultado da interação entre clima e solo – e pela fertilidade do solo, que pode ser fértil (eutrófico) ou pouco fértil (distrófico). Essas duas condições resultam nos principais subgrupos de formações, que podem ocorrer em diferentes situações de relevo: aluvial, quando influenciadas pelo regime de cheias de rios, terras baixas, submontana, montana e altomontana (o que também tem uma influência de clima, já que ocorre aí a influência das diferenças de temperatura em altitude). As subformações são resultado da composição de espécies e da história de perturbação dos ecossistemas.

TABELA 2: TIPOS DE VEGETAÇÃO E PARÂMETROS DETERMINANTES

Tipos de vegetação			Formações		
Classes de formações	Subclasses de formações	Grupos de formações	Subgrupos de formações	Formações (propriamente ditas)	Subformações

Estrutura/formas de vida	Clima/Déficit hídrico	Fisiologia/transpiração e fertilidade	Fisionomia	Ambiente/ Relevo/ Hábitos	(Fácies)	
Florestal (Macrofanerófitos, mesofanerófitos, lianas e epífitos)	Ombrófila (0 a 4 meses secos)	Higrófila (distróficos e eutróficos)	Floresta Ombrófila Densa	Aluvial	Dossel uniforme	
				Terras Baixas	Dossel emergente	
				Submontana		
				Altomontana		
			Floresta Ombrófila Aberta	Terras Baixas	Com palmeiras	
				Submontana	Com cipó	
	Estacional (4 a 6 meses secos, ou com 3 meses abaixo de 15°C)	Higrófila/Xerófila (Álicos, Eutróficos e Distróficos)	Floresta Estacional Sempre Verde	Aluvial	Dossel uniforme	
				Terras Baixas	Dossel emergente	
				Submontana		
				Floresta Estacional Semidecidual		
			Aluvial	Dossel uniforme		
			Terras Baixas	Dossel emergente		
Campestre (Xeromórfitos, microfanerófitos, nanofanerófitos, caméfitos, geófitos, hemicriptófitos, terófitos, lianas e epífitos)	Ombrófila (0 a 2 meses secos)	Higrófila (álicos e distróficos)	Campinarana	Florestada	Sem palmeiras	
				Arborizada	Com palmeiras	
				Arbustiva		
				Gramíneo-lenhosa		
			(relevo tabular e/ou depressão fechada)			
			Estacional (0 a 6 meses secos)	Higrófila (álicos e distróficos)	Savana	Florestada
Arborizada	Com floresta-de-					

Tipos de vegetação				Formações	
Classes de formações	Subclasses de formações	Grupos de formações	Subgrupos de formações	Formações (propriamente ditas)	Subformações
Estrutura/formas de vida	Clima/Déficit hídrico	Fisiologia/transpiração e fertilidade	Fisionomia	Ambiente/ Relevo/ Hábitos	(Fácies)
				Parque	galeria
				Gramíneo-lenhosa	
				(planaltos tabulares e/ou planícies)	
	Estacional	Higrófito/xerófito	Savana-Estépica	Florestada	Sem palmeiras
	(com mais de 6 meses secos ou com frio rigoroso)	(eutróficos)		Arborizada	Com palmeiras
				Parque	Sem palmeiras e sem floresta-de-galeria
				Gramíneo-lenhosa	
				(Depressão interplanáltica/ arrasada nordestina e/ou depressão com acumulações recentes)	Com floresta-de-galeria
	Estacional	Higrófito/xerófito	Estepe	Arborizada	Sem palmeiras
	(com 3 meses frios e 1 mês seco)	(eutróficos)		Parque	Com palmeiras
				Gramíneo-lenhosa	Sem palmeiras e sem floresta-de-galeria
				(Planaltose/ou pediplanos)	

Fonte: Veloso, H. P.; Rangel Filho, A. L. R.; Lima, J. C. A. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, 1991 (apud IBGE, 2012).

Dessa forma, os parâmetros climáticos mais importantes são o número de meses secos ou frios, que determinam as subclasses de vegetação, e também as temperaturas médias que podem influenciar as formações em altitude (submontana, montana e altomontana). As fitofisionomias estarão expostas à mudança do clima quando houver mudança nos padrões desses parâmetros climáticos.

Entretanto, as previsões do PBMC, sistematizadas na Tabela 1, são mudanças médias na precipitação e na temperatura, e não se tratam dos parâmetros de maior interesse para as classes e subclasses de vegetação, como número de meses secos e de temperaturas baixas (Tabela 2, ver discussão a seguir). Assim, uma modelagem desses parâmetros de interesse é necessária mas, para este capítulo, vamos assumir que a diminuição ou aumento de temperaturas médias correspondem a diminuição ou aumento de meses frios, e que a diminuição ou aumento de precipitação correspondem a diminuição ou aumento de meses

secos. Também consideramos que essas alterações são uniformes no bioma, mas um *downscaling* será necessário para uma discussão mais segura.

Cada ecossistema tem uma sensibilidade diferente à mudança do clima. A sensibilidade das fitofisionomias a mudanças é maior nas fitofisionomias dependentes de umidade (ombrófilas), onde o aumento do período seco pode aumentar a propensão a incêndios florestais e a mortalidade de plantas. O aumento da temperatura nesses ambientes pode aumentar a evapotranspiração, causando condições de seca para algumas espécies, o que pode exacerbar o efeito da seca (BEAUMONT *et al.*, 2011). Também há sensibilidade dos ambientes em altitude, com possível mudança no aspecto e na composição das fitofisionomias decorrentes do aumento da temperatura e mudança na disponibilidade de água associada. Segundo Beaumont *et al.* (2011) o maior impacto da mudança do clima sobre ecossistemas está na produtividade primária, que poderá aumentar ou diminuir, dependendo do novo padrão de chuvas.

Detalhando com relação a alguns tipos de vegetação:

- **Floresta Ombrófila Densa:** É a vegetação dominante nos biomas Amazônia e Mata Atlântica. A maior ocorrência de secas prolongadas será problemática para a Floresta Ombrófila Densa, que hoje está associada a fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas (médias de 25°C) e de alta precipitação, bem-distribuída durante o ano (de 0 a 60 dias secos) (IBGE, 2012)⁵. O aquecimento também pode afetar a floresta em altitude, que determina os subtipos desta fitofisionomia e, conseqüentemente, a composição e estrutura do ecossistema. Agrupando por bioma, na Amazônia, períodos prolongados sem chuva secam o solo e o sub-bosque, aumentando a vulnerabilidade a incêndios florestais (SILVESTRINI *et al.*, 2010). Entretanto, atualmente o principal fator que aumenta a incidência de incêndios na Amazônia é a fragmentação da paisagem (que dobra a incidência de incêndios), ainda que a mudança climática aumente a probabilidade em até 30% (SOARES-FILHO, B. *et al.*, 2012), especialmente nas áreas de contato entre a floresta e as atividades agropecuárias e nas áreas que foram alvo de extração seletiva de madeira. Uma área queimada na Amazônia aumenta muito suas probabilidades de sofrer uma nova queima (COCHRANE, 2009; PEREIRA, 2006). Assim, pode-se dizer que a fragmentação da floresta aumenta a sua sensibilidade à mudança do clima. Na escala da paisagem (10 a 1000 km) os efeitos da fragmentação da Floresta Ombrófila Densa na Amazônia são complexos, com conseqüências na circulação atmosférica, ciclagem da água e precipitação (LAURANCE, 2004). Num contexto de mudança do clima, com o aumento de eventos extremos, inclusive de seca e vento, a fragmentação exacerbará os impactos (COCHRANE, 2009). No futuro, além do aumento no número de incêndios, as projeções para a Amazônia incluem savanização da sua região leste (PBMC, 2013) e o colapso do sistema de sustentação do regime de chuvas pela floresta devido ao desmatamento (NOBRE, 2014). Se, de um lado, a Floresta Ombrófila Densa pode sofrer mais com a incidência de incêndios decorrente da fragmentação e da maior incidência de períodos secos, de

⁵ A duração da seca que a floresta ombrófila densa suporta pode ser maior se o lençol freático for superficial/acessível, como nas florestas do noroeste do Mato Grosso, que experimentam secas mais longas mas a geologia favorece a disponibilidade de água no solo.

outro, na Amazônia, essa fitofisionomia parece gerar o seu próprio clima (MACHADO; PACHECO, 2010; NOBRE, 2014). O desmatamento e as queimadas reduzem essa capacidade da floresta de gerar chuvas locais (KELLER *et al.*, 2004). Para essa capacidade de adaptação do ecossistema se efetivar, é preciso evitar as queimadas, além de manter e recuperar a floresta, não só na Amazônia, mas também no centro sul do País (NOBRE, 2014).

- **Floresta Estacional Sempre-Verde:** ocorre em climas com períodos longos de seca (4-6 meses) e os fatores que determinam sua ocorrência no presente são obscuros, mas parecem associados à geologia e ao relevo (IBGE, 2012), o que pode indicar pouca sensibilidade à mudança clima, pelo menos nos seus estágios iniciais (até 2040).
- **Floresta Estacional Semidecidual:** ocorre em vários biomas, de forma descontínua e sempre situada entre dois climas, um úmido e outro árido (superúmido na linha do Equador, árido na Região Nordeste e úmido na Região Sul) (IBGE, 2012). Na Região Centro-Oeste, ocorre o clima continental estacional, aí dominando a Savana (Cerrado) (Ibid.). Por estar na área de transição entre climas, pode sofrer impacto na medida em que as zonas climáticas se deslocam em função da mudança do clima.
- **Floresta Estacional Decidual:** se caracteriza por ter 50% dos indivíduos despidos de folhagem em um período do ano. Ocorre de norte a sul do país. Na zona tropical, onde as projeções indicam queda da pluviosidade no futuro, a queda de folhas é determinada pela seca (IBGE, 2012). Nesses ecossistemas, a temperatura deve aumentar e a precipitação deverá diminuir. Devido à característica do ecossistema, adaptado a condições de seca, o impacto maior deve ser sobre as espécies, que podem alterar sua fenologia e distribuição. O aumento da incidência de incêndios pode ser uma preocupação, o que requer programas de prevenção e controle.
Na zona subtropical, a queda das folhas neste tipo de vegetação é determinada pelo repouso fisiológico devido à queda da temperatura (IBGE, 2012). Nesses ecossistemas, as projeções indicam aumento da temperatura e da pluviosidade, com possível efeito fisiológico nas árvores, que podem deixar de perder suas folhas e aumentar sua produtividade. Os efeitos nas espécies podem variar, sendo positivos para algumas e negativos para outras.
- **Floresta Ombrófila Mista (com araucária):** esta floresta é um tipo de vegetação típico do Planalto Meridional, mas também ocorre em refúgios nas Serras do Mar e Mantiqueira. Grande parte dessa vegetação já se perdeu pelo desmatamento. Atualmente, “encontra-se ainda bem-conservada e com seus elementos quase intactos no Parque Estadual de Campos do Jordão (SP) e em Monte Verde, Município de Camanducaia (MG). Todavia, as outras ocorrências, como a do Maciço de Itatiaia (RJ e MG), estão sendo gradualmente suprimidas, tendendo ao desaparecimento em poucos anos” (IBGE, 2012). Esses remanescentes estão isolados da área de maior ocorrência dessa floresta no passado, e estão localizados em áreas onde a temperatura tende a aumentar, com decréscimo da precipitação (uma modelagem em detalhe, considerando altitude é necessária para confirmar essa tendência). Enquanto se deve manter conservados todos os remanescentes desse ecossistema em extinção, as medidas de adaptação consistem na restauração desses ecossistemas em áreas altas mais ao sul do país.

- **Savana:** É a vegetação dominante nos biomas Cerrado e Pantanal, ocorrendo também na Mata Atlântica e na Amazônia. Tem características que a tornam adaptada a períodos secos, ocorre sob distintos tipos de clima. Reveste solos lixiviados e aluminizados em toda a Zona Neotropical e, prioritariamente, no Brasil Central (IBGE, 2012). As previsões para esta fitofisionomia no bioma Cerrado, na Amazônia e no Pantanal são de aumento da temperatura e diminuição da pluviosidade, o que pode causar a mudança da vegetação nas áreas mais atingidas, que poderão passar a Savana-Estéfica.
- **Savana-Estéfica:** É a vegetação típica do bioma Caatinga, com características que a tornam adaptada a longos períodos secos. Tem clima marcado por dois períodos secos anuais: um, longo, seguido de chuvas intermitentes, e outro, curto, que pode passar a torrencialmente chuvoso⁶(IBGE, 2012). As projeções são de que essa vegetação estará sob estresse climático ainda maior, com aumento da temperatura e redução das chuvas, o que pode acentuar processos de desertificação, hoje em curso principalmente devido ao uso inadequado do solo.
- **Estepe:** vegetação de campos do sul do Brasil. No Planalto das Araucárias, a Estepe é abrangida pelo clima pluvial subtropical sem período seco e, assim, coexiste com a **Floresta Ombrófila Mista (com araucária)**, cujas espécies formam capões e florestas-de-galeria (IBGE, 2012). Devido à altitude, passa por longos períodos de temperaturas abaixo de 15°C. Nas superfícies meridionais gaúchas, a Estepe está sujeita a maior amplitude térmica. Frentes polares mais frias e dessecantes intensificam a evapotranspiração, provocando secas ocasionais mais severas, que podem limitar as atividades vegetativas tanto das espécies nativas quanto das cultivadas. No futuro, prevê-se mais umidade e aumento de temperatura, que pode diminuir essas restrições.

1.3.2. ECOSISTEMAS COSTEIROS E MARINHOS

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

- Manguezais, apicuns, salgados e restingas.
- Recifes de coral

Além dos fatores climáticos a que esses ecossistemas estão diretamente expostos, a mudança do clima se fará sentir também de forma indireta, pela elevação do nível do mar, e aquecimento e acidificação das águas. As áreas de deposição e erosão de sedimentos também mudarão, tanto devido à elevação do nível do mar, quanto devido a mudanças nas correntes marinhas e novo padrão de tempestades. Assim, para o futuro, além da elevação do nível do mar, pode-se esperar paisagens costeiras mais dinâmicas, forçando os limites de adaptação das comunidades bióticas.

O aumento do nível dos oceanos e o maior dinamismo das paisagens podem impactar os ecossistemas costeiros, destruindo trechos e formando novas áreas para colonização pelos seres vivos:

⁶Estas chuvas torrenciais são muito inconstantes, chegando a faltar por muitos anos.

- **Manguezais, apicuns, salgados e restingas:** Nos manguezais, essa influência é complexa. Manguezais protegem a zona costeira contra tempestades, mas são sensíveis à deposição de areia. Um outro fator importante para os manguezais, que podem resultar da mudança do clima, é a vazão dos rios nos estuários: com baixa vazão dos rios, o mar penetra mais no estuário e a maior salinidade pode impactar esses ecossistemas. Por isso, a proteção e recuperação das matas ciliares dos rios que formam manguezais nos seus estuários é importante. No caso da simples elevação do nível do mar, a adaptação do manguezal é penetrar terra adentro, mas a ocupação humana pode ser um obstáculo (SILVA BEZERRA; AMARAL; KAMPEL, 2014). Além dos manguezais, outros ecossistemas costeiros, como os apicuns, salgados e restingas, são sensíveis à elevação do nível do mar, e sua adaptação é semelhante, com o mesmo desafio. Assim, deve-se mapear as possíveis áreas de expansão dos manguezais e demais ecossistemas costeiros, mantendo-as protegidas. Além disso, no caso dos manguezais, é importante a manutenção da vazão dos rios e a redução da sua carga de sedimentos mais pesados (areia), o que implica a recuperação das matas ciliares dos rios que formam estuários e de seus tributários.
- **Recifes de coral:** Os corais são sensíveis a pequenos aumentos na temperatura da água do mar e à acidez causada pela absorção de CO₂ pelos oceanos. O aumento da temperatura das águas deve continuar a causar branqueamento dos corais e sua migração para áreas de maior latitude. Entretanto, o aumento da acidez pode diminuir a capacidade de crescimento dos recifes para acompanhar a elevação do nível do mar.

1.3.3. ESPÉCIES TERRESTRES

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

As espécies serão expostas à mudança do clima conforme os ecossistemas que ocupam, descritos acima em termos de alguns parâmetros climáticos principais para a ocorrência dos ecossistemas. Entretanto, as espécies ocorrem em comunidades bióticas, com muitas relações de interdependência. A mudança do clima vai massivamente influenciar as distribuições de espécies e reorganizar as comunidades, e as interações bióticas vão influenciar esses resultados de forma inesperada e importante (HARLEY, 2011; HILLERISLAMBERS *et al.*, 2013). Isso será mais intenso em comunidades tropicais e, considerando o maior grau de especialização das espécies tropicais, o rearranjo das comunidades pode ter consequências mais graves para elas (SHELDON; YANG; TEWKSBURY, 2011).

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

O desempenho das espécies muda de acordo com as condições de clima, que podem afetá-las diretamente, além da fenologia, em sua sobrevivência, taxa reprodutiva, imunidade a doenças, etc. Algumas espécies são sensíveis a baixas temperaturas, outras ao calor ou seca excessivos, etc. Os valores dos parâmetros climáticos em que as espécies têm melhor desempenho constituem seu *nicho climático*. Quanto menor o nicho climático, mais sensível é a espécie.

A ocorrência/distribuição de espécies vem sendo documentada e modelagens climáticas futuras podem ser realizadas para a definição de nichos climáticos para cada espécie (Ver, por exemplo, ALEXANDRE; LORINI; GRELE, 2014; PIE *et al.*, 2013; ANACLETO; OLIVEIRA, 2014; GIANNINI *et al.*, 2012; IHLOW *et al.*, 2012; MARINI; BARBET-MASSIN; MARTINEZ; *et al.*, 2010; MARINI *et al.*, 2013; MEYER, A. L. S., 2013; SIMON *et al.*, 2013; SIQUEIRA; PETERSON, 2003; SOARES-FILHO, BRITALDO SILVEIRA *et al.*, 2003; SOARES-FILHO, B. S. *et al.*, 2006; SOUZA *et al.*, 2011; VIEIRA; MENDES; OPREA, 2012; ZIMBRES *et al.*, 2012; MEYER, A. L.; PIE; PASSOS, 2014; LOYOLA *et al.*, 2012; DE MARCO JÚNIOR; SIQUEIRA, 2009; OLIVEIRA; CASSEMIRO, 2013). No Brasil, são cada vez mais comuns os estudos que modelam os impactos da mudança do clima sobre as espécies, especialmente para grupos cuja distribuição é mais conhecida, como as aves (MARINI; BARBET-MASSIN; LOPES; *et al.*, 2010; MARINI *et al.*, 2009a, Ver, por exemplo, b) e morcegos (VIEIRA; MENDES; OPREA, 2012). Os estudos sobre modelagem de nichos climáticos para as espécies têm se concentrado no Cerrado e na Mata Atlântica. Em geral, mostram o movimento dos nichos climáticos em direção ao sul e em altitude, como seria de se esperar. No caso das espécies de Cerrado, essa direção ao sul é problemática, pois é justamente onde o bioma se encontra mais fragmentado.

Há, no entanto, limitações para a modelagem de nicho climático, que depende da disponibilidade de um bom mapa de distribuição de espécies. Além disso, um número razoável de trabalhos argumenta que a modelagem de nichos climáticos precisa ser complementada com uma modelagem de fatores bióticos (BLOIS *et al.*, 2013; HILLERISLAMBERS *et al.*, 2013; ZARNETSKE; SKELLY; URBAN, 2012). Segundo Dawson *et al.* (2011), os estudos que procuram prever os impactos da mudança do clima sobre a biodiversidade estão sendo desenvolvidos sobre uma base metodológica estreita, que precisa ser complementada por outras abordagens.

Outro ponto importante para a sensibilidade de uma espécie é a sua necessidade de área para que apresente populações geneticamente viáveis, o que torna predadores de topo de cadeia e árvores raras, por exemplo, bastante sensíveis no caso da fragmentação dos ecossistemas (ver adiante).

As espécies podem se adaptar à mudança do clima por meio das seguintes alterações:

- Alteração da área de ocorrência (expansão, retração ou deslocamento).
- Persistência na área de ocorrência atual com mudança de micro-habitat.
- Mudança no fenótipo, fenologia ou comportamento (mudar a fonte de alimento, mudar a época de floração ou de perda de folhas, explorar microambientes mais amenos, mudar o horário de atividade durante o dia, mudar a época de migração, etc.).

A fragmentação da paisagem geralmente representa um desafio para a movimentação das espécies induzida pela mudança do clima. Num contexto de mudanças climáticas em paisagens naturais fragmentadas, a capacidade de dispersão de plantas e animais é muito importante para a adaptação das espécies. Por outro lado, somente capacidade de dispersão não é suficiente: é preciso haver habitats adequados dentro do raio de dispersão das espécies (VALE; ALVES; LORINI, 2009). Além disso, indivíduos já estabelecidos numa zona podem persistir, mesmo sob condições desfavoráveis, como pode ser o caso de certas espécies de árvores longevas.

1.3.4. DIVERSIDADE GENÉTICA

O nível da diversidade genética é talvez o nível da biodiversidade mais difícil de ser avaliado no nosso grau de conhecimento atual, mas há trabalhos que estudam o impacto da mudança do clima sobre o genoma (PARMESAN, 2006 faz uma revisão interessante). É importante tanto pelos benefícios que gera (por exemplo, para o desenvolvimento de produtos, melhoramento genético e para a biotecnologia) como pelo aumento da capacidade adaptativa das espécies.

A diversidade genética vem sendo exposta à mudança do clima. A sensibilidade depende de como a espécie em si é afetada, uma vez que a redução drástica da abundância da espécie pode trazer problemas de diversidade. Entretanto, certas características genéticas podem se tornar menos viáveis com a mudança do clima, enquanto outras podem ser favorecidas.

Uma das formas de se entender como a mudança do clima afetará o genótipo das espécies é olhar para o passado evolutivo, quando mudanças no clima, ao mesmo tempo que propiciaram os processos de especiação e diversificação provocaram a extinção de muitas espécies e reduziram sua diversidade genética, sem que isso tenha se recuperado (ALEIXO *et al.*, 2010).

Um importante aspecto da biodiversidade genética é a diversidade nas espécies domesticadas e em seus parentes silvestres, que representa uma fonte de capacidade adaptativa na agropecuária, mas cujo o uso pode ser fortemente impactado. Da mesma forma, o conhecimento tradicional associado está sendo e será confrontado com novas condições ecológicas, o que pode ameaçar sua habilidade de produzir resultados locais, afetando sua própria sobrevivência.

A diversidade genética é, em si, capacidade de adaptação a mudanças ambientais e é favorecida por uma série de mecanismos biológicos. Entretanto, diante das mudanças projetadas para os ecossistemas, resultado da mudança do clima e das mudanças de uso da terra, a diversidade genética estará em cheque. Para prevenir a perda da diversidade genética, populações de cada espécie devem ser mantidas em tamanho viável (que varia de uma espécie para outra), o que implica na conservação de um território favorável em tamanho mínimo. A área necessária para assegurar a sobrevivência de uma população viável (ao menos 500 adultos reprodutivos) de onças-pardas, em longo prazo, é de 31.250 km², e para onças-pintadas, 21.186 km²(OLIVEIRA, 1994 apud BEISIEGEL, 2009). Dessa forma, a manutenção de grandes áreas conservadas é importante para manter a diversidade de algumas espécies, tais como grandes predadores e árvores raras.

O processo de perda da diversidade genética como resultado da mudança do clima não parece estar bem documentado no Brasil, onde os estudos, ainda incipientes, se concentram nos

níveis de ecossistemas e de espécies. Entretanto, nos processos onde as populações das espécies foram drasticamente reduzidas pela perda de habitat, a perda da diversidade genética também ocorreu.

1.4. A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E SUA RELAÇÃO COM OS OUTROS SETORES

Biodiversidade representa um setor diferente dentro do PNA, pois contribui de forma importante para a adaptação em outros setores:

- Manutenção dos processos que fornecem água para uso humano, industrial e agropecuário, energia e transportes
- Prevenção de desastres (desabamentos e enchentes)
- Polinização e controle de pragas para a agropecuária
- Manutenção da produtividade da pesca
- Manutenção de oportunidades de turismo, lazer e entretenimento
- Oportunidades para o desenvolvimento de farmacêuticos e tecnologia necessárias à adaptação
- Extrativismo vegetal
- Combate à pobreza

1.4.1. ABASTECIMENTO DE ÁGUA, IRRIGAÇÃO, ENERGIA E TRANSPORTES

A biodiversidade contribui com os setores de transporte e de energia, e também com as atividades de irrigação e abastecimento de água para uso residencial e industrial, das seguintes formas:

- Regulação do regime de chuvas, o que abastece de água os rios.
- Proteção de rios e represas contra o assoreamento.
- Regulação do fluxo de água dos rios, evitando-se extremos de cheia e seca.
- Proteção às nascentes que garantem a integridade ambiental das bacias.
- Proteção das águas contra poluentes trazidos por enxurradas.

1.4.2. PREVENÇÃO DE DESASTRES

A biodiversidade contribui para a prevenção de desastres das seguintes formas:

- A proteção contra o assoreamento dos rios reduz a propensão a enchentes em decorrência do excesso de chuvas (eventos extremos).
- A proteção contra enxurradas evita que estas alcancem áreas habitadas e destruam infraestrutura.
- A cobertura de encostas reduz desabamentos em decorrência do excesso de chuvas (eventos extremos).
- A proteção da costa por manguezais, restingas e outros ecossistemas reduz os danos causados pelo mar com o aumento previsto das tempestades e do próprio nível do mar.
- A vegetação arbórea nativa aumenta a rugosidade da superfície continental, diminuindo a velocidade do vento, e evitando vendavais e processos erosivos graves.

- As áreas verdes urbanas reduzem a intensidade das “ilhas de calor”, que são o aquecimento do ar sobre as cidades e que causam chuvas intensas e rápidas, provocando inundações e prejuízos associados.

1.4.3. AGROPECUÁRIA

Para a agropecuária, além dos efeitos sobre a disponibilidade de água para a irrigação, a biodiversidade regula o regime de chuvas regional, contribuindo para a produtividade das lavouras não irrigadas. Além disso, a diversidade biológica contribui para a estabilização dos agroecossistemas, frequentemente reduzindo pragas e doenças. Muitas culturas agrícolas também se beneficiam dos “serviços” de polinização oferecidos por insetos e outros animais.

Ainda, a biodiversidade é fonte de diversidade genética utilizada para o melhoramento genético das culturas, provendo soluções para o ataque de pragas e doenças, adaptação a condições ambientais adversas (incluindo a mudança do clima), aumento do valor nutricional, entre outras. Essa diversidade genética pode estar em variedades tradicionais e raças crioulas, ou nos parentes silvestres das plantas domesticadas, e ser transferida por meio de melhoramento genético convencional. Também pode ser aproveitada por meio da biotecnologia e da tecnologia de organismos geneticamente modificados (transgenia), que permite o aproveitamento da diversidade genética em espécies não aparentadas. Assim, as espécies nativas são como livros nas imensas bibliotecas dos ecossistemas, com informação acumulada ao longo de milhões de anos de evolução.

Ainda, a biodiversidade reduz os processos erosivos, seja por vento, chuva ou pela força da água de enxurradas e rios, conservando o solo, e reduzindo a velocidade de processos de desertificação nas áreas afetadas.

1.4.4. PESCA

A diversidade biológica contribui para a pesca artesanal e comercial. Nas águas continentais, é enorme a biodiversidade de peixes, chegando a milhares de espécies na Amazônia. A conservação dos ecossistemas naturais nas bacias, particularmente as áreas de preservação permanente (APPs), reduz perturbações com excesso de nutrientes e poluentes aos ecossistemas aquáticos e os impactos sobre as espécies. Esses ecossistemas também fornecem alimentos aos peixes em rios pobres em nutrientes e abrigo para a reprodução.

Nas águas marinhas e estuarinas, os manguezais e recifes de coral são ambientes-chaves para a sustentabilidade da pesca, abrigando os indivíduos jovens. No caso dos manguezais, funcionam como filtros, reduzindo as perturbações do excesso de nutrientes no mar durante as chuvas mais intensas.

1.4.5. TURISMO, LAZER E ENTRETENIMENTO

A biodiversidade é um recurso importante para o ecoturismo, ainda pouco aproveitado no Brasil. As espécies da flora e fauna brasileira e a complexidade de nossos ecossistemas são atraentes para turistas do mundo todo, em especial da América do Norte e Europa. As paisagens naturais ainda intactas em grande parte do país oferecem cenários para o turismo, o lazer e o entretenimento, incluindo o aproveitamento para o cinema e a fotografia. Ao mesmo tempo que prestam outros serviços ecossistêmicos, a biodiversidade fortalece o turismo.

1.4.6. FARMACÊUTICOS E TECNOLOGIA

Muitas soluções medicinais e tecnológicas são derivadas da biodiversidade, seja para o desenvolvimento de fármacos, seja para alimentos, seja para novas fibras e materiais.

1.4.7. EXTRATIVISMO VEGETAL

Comunidades tradicionais e povos indígenas utilizam a biodiversidade por meio do extrativismo de produtos não-madeireiros. Esses produtos, embora enfrentem desafios de viabilidade econômica, permitem o aproveitamento da floresta em pé, com impacto mínimo, ao mesmo tempo que sustentam milhares de famílias.

1.4.8. COMBATE À POBREZA

A biodiversidade é ainda a base de sustentação de inúmeras famílias pobres: fornece alimento, materiais de construção, remédios, território e identidade cultural. Em muitos casos, representa um seguro para o caso do fracasso de uma cultura agrícola ou para o eventual desemprego.

1.5. INDICADORES

A Tabela 3 resume uma lista de possíveis indicadores de exposição, sensibilidade, capacidade adaptativa e impactos/vulnerabilidade sobre a biodiversidade no nível ecossistêmico que podem auxiliar na gestão do PNA para o setor.

TABELA 3: POSSÍVEIS INDICADORES DE EXPOSIÇÃO, SENSIBILIDADE, CAPACIDADE ADAPTATIVA E IMPACTOS SOBRE A BIODIVERSIDADE NO NÍVEL ECOSISTÊMICO.

Bioma	Exposição	Sensibilidade	Capacidade adaptativa dos ecossistemas	Impactos/vulnerabilidade
Todos os ecossistemas	Temperatura (média, máxima)			Área de abrangência das fitofisionomias
	Pluviosidade (média, dias sem chuva, eventos extremos)			
	Número de meses secos			
Amazônia		Suscetibilidade a incêndios	Evapotranspiração	Mortalidade de árvores
		Fragmentação	Crescimento durante eventos extremos	Focos de calor Desmatamento
Caatinga			Crescimento depois da seca	Áreas em desertificação
Mata Atlântica	Noites frias	Fragmentação		Mortalidade de árvores
				Focos de calor Desmatamento
Pampa	Temperatura mínima			Área antropizada
	Meses frios			Área de crescimento florestal

Bioma	Exposição	Sensibilidade	Capacidade adaptativa dos ecossistemas	Impactos/vulnerabilidade
	Meses secos			
Pantanal	Nível das águas na cheia	Fragmentos em terras altas		Cobertura arbórea em paisagem natural Desmatamento
Zona Costeira e Marinha	Nível do mar	Área de potencial expansão dos manguezais	Novas áreas ocupadas por manguezais e outros ecossistemas	Área de manguezais e outros ecossistemas
	Mudanças na linha da costa	Matas ciliares nos rios da ZC		Área de recifes de coral
	Temperatura das águas	Sedimentos nos rios da ZC		Branqueamento de corais
	Acidez das águas			
	Salinidade			
	Vazão dos rios da ZC			

A Tabela 4 resume uma lista de possíveis indicadores de exposição, sensibilidade, capacidade adaptativa e impactos sobre a biodiversidade no nível espécies que podem auxiliar na gestão do PNA para o setor.

TABELA 4: POSSÍVEIS INDICADORES DE EXPOSIÇÃO, SENSIBILIDADE, CAPACIDADE ADAPTATIVA E IMPACTOS SOBRE A BIODIVERSIDADE NO NÍVEL DE ESPÉCIES.

Bioma	Exposição	Sensibilidade	Capacidade adaptativa	Impactos/vulnerabilidade
Todos as espécies	Temperatura (mínima, média, máxima) Pluviosidade (média, dias sem chuva, eventos extremos) Efeitos do clima sobre espécies-chave			Área de abrangência das fitofisionomias em que espécies são exclusivas
Espécies endêmicas	Deslocamento de fitofisionomias	Nicho climático Interações-chaves	Redistribuição da espécie	Mudança no grau de ameaça
Espécies ameaçadas	Deslocamento de fitofisionomias	Nicho climático Interações-chaves	Redistribuição da espécie	Mudança no grau de ameaça
Espécies domesticadas e parentes silvestres		Cultivo/criação	Produtividade Desempenho	Produtividade Desempenho

A Tabela 5 resume uma lista de possíveis indicadores de exposição, sensibilidade, capacidade adaptativa e impactos sobre a biodiversidade no nível da diversidade genética (espécies domesticadas e parentes silvestres) que podem auxiliar na gestão do PNA para o setor.

TABELA 5: POSSÍVEIS INDICADORES DE EXPOSIÇÃO, SENSIBILIDADE, CAPACIDADE ADAPTATIVA E IMPACTOS SOBRE A BIODIVERSIDADE NO NÍVEL DA DIVERSIDADE GENÉTICA.

Bioma	Exposição	Sensibilidade	Capacidade adaptativa	Impactos
Espécies domesticadas e parentes silvestres		Cultivo/criação	Produtividade	Produtividade
			Desempenho	Desempenho

1.5.1. LACUNAS DE CONHECIMENTO

As seguintes lacunas de conhecimento foram identificadas:

- Informações sobre o impacto atual, direto e indireto, da mudança do clima sobre as espécies.
- Modelagens de clima que levem em consideração tanto os modelos globais quanto a capacidade da floresta amazônica de influenciar seu próprio clima e o clima de outras regiões.
- Informações sobre as interações bióticas afetadas pela mudança do clima.
- Mapeamento das áreas costeiras com potencial de expansão dos ecossistemas, particularmente os manguezais.
- Áreas de endemismos para grande a maior parte dos grupos taxonômicos, especialmente na Amazônia.
- Conhecimento sobre a diversidade dos grupos biológicos que compõem a biodiversidade brasileira.
- Informações biogeográficas e taxonômicas e erros de registros de coordenadas geográficas.
- Limitações ao acesso on-line a dados sobre biodiversidade.
- Conhecimento sobre a biodiversidade da costa brasileira.
- Estudos de caso sobre biodiversidade e impactos das mudanças climáticas, especialmente impactos indiretos.

1.5.2. DIRETRIZES

As seguintes diretrizes devem orientar a criação e adequação de políticas públicas para fortalecer a capacidade de adaptação da biodiversidade e do governo e da sociedade brasileira para a conservação da biodiversidade:

- **Políticas de prevenção e combate ao desmatamento:** Continuar e aprofundar as políticas de prevenção e combate ao desmatamento e às queimadas, como o PPCDAM e o PPCerrado, desenvolver o plano operacional para o bioma Caatinga e desenvolver planos para os demais biomas. Todos os planos devem contemplar os cenários climáticos e as vulnerabilidades à mudança do clima.
- **Áreas protegidas integradas na paisagem:** Consolidar uma rede de áreas protegidas, incluindo unidades de conservação e terras indígenas, integradas na paisagem e

planejadas considerando as necessidades de adaptação e as áreas que serão propícias para as espécies no futuro. Serão necessários corredores de biodiversidade e mosaicos de áreas protegidas que formem grandes blocos que reduzem efeitos de borda e contribuem para o sistema de sustentação de chuvas pela floresta. Também serão importantes as políticas que recomponham e conservem a vegetação nativa em propriedades privadas, favorecendo os fragmentos que funcionem como *stepping stones* (pontos de ligação ou trampolins ecológicos), tornando a paisagem mais permeável à redistribuição das espécies.

- **Áreas protegidas e mosaicos de áreas protegidas devem ter tamanho viável:** Criar áreas protegidas e/ou formar mosaicos de áreas protegidas e corredores biológicos com tamanho mínimo para conter populações geneticamente viáveis das espécies, mantendo sua diversidade genética. Onde não for possível manter conservadas áreas tão grandes, deve-se estabelecer paisagens permeáveis ao movimento das espécies nativas, corredores ecológicos e *stepping stones*, onde a paisagem precisa se tornar mais permeável à passagem dos animais e dispersão das plantas.
- **Combate à desertificação:** Combater a desertificação na Caatinga pela adoção de práticas agropecuárias sustentáveis (sistemas de produção ecologicamente adaptados e ao manejo de uso múltiplo integrado e sustentável), contenção de processos erosivos e recuperação de áreas. Recuperar a vegetação ciliar e estabelecer áreas protegidas com cobertura dos refúgios da caatinga (áreas de maior umidade decorrente da presença de serras e rios).
- **Migração assistida (translocação, reintrodução):** Em casos críticos, quando as espécies não puderem fazer por si só a migração para as novas áreas mais favoráveis, pode ser necessário promover a migração assistida, com a transferência de espécimes para os novos ambientes favoráveis.
- **Conservação *ex-situ*:** quando possível, é necessária nos casos de espécies muito ameaçadas, incluindo a manutenção de coleções, criação em cativeiro e bancos genéticos. Complementarmente, a diversidade genética de espécies ameaçadas, domesticadas e parentes silvestres das espécies domesticadas deve ser coletada e armazenada em coleções *ex-situ*, vivas ou em bancos genéticos. O aumento da diversidade genética de populações isoladas pode ser promovido pela introdução de indivíduos de outras populações.
- **Atualização da legislação de proteção:** A legislação de proteção deve ser atualizada em função das necessidades de adaptação. No caso dos ecossistemas costeiros, deve considerar a elevação do nível do mar prevista.
- **Incluir a perspectiva de adaptação à mudança do clima nos Planos de Prevenção e Controle do Desmatamento e no Plano de Recuperação da Vegetação Nativa:** incluir nos planos um foco estratégico de adaptação à mudança do clima para a biodiversidade e Adaptação com Base em Ecossistemas (AbE) para os outros setores.
- **Atualização do Mapa de Áreas Prioritárias para a Biodiversidade:** O Mapa de Áreas Prioritárias para a Biodiversidade, que guia a criação de unidades de conservação e os esforços de recuperação e uso sustentável, precisa ser atualizado para contemplar as mudanças previstas no clima, no nível do mar e na temperatura dos oceanos. Além de já ser norteador para a criação de unidades de conservação, o Mapa poderia ser um

instrumento orientador para o Planaveg, o Plano de Combate à Desertificação e os Planos de Combate ao Desmatamento.

- **Uso estratégico de reservas legais e áreas de proteção permanente:** Reservas Legais (RLs) e Áreas de Preservação Permanente (APPs) são os principais instrumentos legais para promover a conectividade e a permeabilidade das paisagens através de terras privadas. O CAR será um importante instrumento para a promoção da restauração florestal para propriedades médias e grandes. Um instrumento norteador de critérios de adaptação deve ser desenvolvido e aplicado no processo de regularização ambiental de propriedades.
- **Áreas Protegidas na Caatinga, Cerrado, Pantanal e Pampa:** Programas efetivos de criação e consolidação das UCs nos biomas Caatinga, Cerrado, Pantanal e Pampa devem ser criados, inclusive com recursos.
- **ZEE incluindo adaptação:** Os ZEEs devem considerar as projeções do clima futuro.
- **Atualizar os planos de ação para espécies ameaçadas:** Vários já consideram a adaptação à mudança do clima. Os planos mais antigos precisam ser atualizados.
- **Fortalecer os sistemas de monitoramento:** Na Amazônia, os sistemas de monitoramento da cobertura vegetal são efetivos. Nos demais biomas, deve ser implementada a divulgação periódica e também o detalhamento provido pelo TerraClass.
- **Conservação ex-situ:** Elaborar e implementar no Banco Genético da Embrapa diretrizes associadas com a adaptação à mudança do clima.
- **Conservação de variedades e raças tradicionais:** Aumentar o envolvimento governamental com a sua conservação das variedades tradicionais, em colaboração com redes de sementes de produtores tradicionais e outras organizações. Um mapa de vulnerabilidade dos agricultores tradicionais e suas práticas que conservam cultivares tradicionais e raças crioulas será importante para guiar ações de apoio.

1.6. REFERÊNCIAS

ALEIXO, A. *et al.* Mudanças climáticas e a biodiversidade dos biomas brasileiros: passado, presente e futuro. *Natureza & Conservação*, v. 8, n. 2, p. 194–196, 2010. Acesso em: 20 set. 2014.

ALEXANDRE, B. DA R.; LORINI, M. L.; GRELLE, C. E. DE V. Modelagem Preditiva de Distribuição de Espécies Ameaçadas de Extinção: Um Panorama das Pesquisas. *Oecologia Australis*, v. 17, n. 4, p. 483–508, 2014. Acesso em: 22 fev. 2015.

ANACLETO, T. C.; OLIVEIRA, G. MÉTODOS PARA INDICAÇÃO DE ÁREAS PARA CONSERVAÇÃO: UMA ANÁLISE A PARTIR DA MODELAGEM DE NÍCHO DE TATUS, NO ESTADO DE MATO GROSSO. *Caminhos de Geografia*, v. 15, n. 51, 2014. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/26018>>. Acesso em: 22 fev. 2015.

BEAUMONT, L. J. *et al.* Impacts of climate change on the world's most exceptional ecoregions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 108, n. 6, p. 2306–2311, 2011. Acesso em: 2 mar. 2015.

BEISIEGEL, B. DE M. *Inventário e diagnóstico da mastofauna terrestre e semi-aquática de médio e grande portes da Estação Ecológica da Terra do Meio e do Parque Nacional da Serra do Pardo, PA*. Relatório de Pesquisa. Atibaia (SP): Centro Nacional de Pesquisas e Conservação dos Mamíferos Carnívoros - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2009.

BLOIS, J. L. *et al.* Climate change and the past, present, and future of biotic interactions. *Science*, v. 341, n. 6145, p. 499–504, 2013. Acesso em: 23 fev. 2015.

BRASIL. *Brazil information on Appendix 2 of the Copenhagen Accord*. . [S.l.: s.n.]. , 2010

BRASIL/MMA. *Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB/Cópia do Decreto Legislativo no. 2, de 5 de junho de 1992*. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente, 1992.

CLOSEL, M. B.; KOHLSDORF, T. Mudanças climáticas e fossorialidade: implicações para a herpetofauna subterrânea. *Revista da Biologia*, v. 8, p. 19–24, 2012. Acesso em: 22 fev. 2015.

COCHRANE, M. A. Fire, land use, land cover dynamics, and climate change in the Brazilian Amazon. *Tropical Fire Ecology*. [S.l.]: Springer, 2009. p. 389–426. Disponível em: <http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-77381-8_14>. Acesso em: 24 fev. 2015.

DAWSON, T. P. *et al.* Beyond predictions: biodiversity conservation in a changing climate. *science*, v. 332, n. 6025, p. 53–58, 2011. Acesso em: 24 fev. 2015.

DE MARCO JÚNIOR, P.; SIQUEIRA, M. F. Como determinar a distribuição potencial de espécies sob uma abordagem conservacionista. *Megadiversidade*, v. 5, p. 65–76, 2009. Acesso em: 23 fev. 2015.

ESPINOZA, J. C. *et al.* The extreme 2014 flood in south-western Amazon basin: the role of tropical-subtropical South Atlantic SST gradient. *Environmental Research Letters*, v. 9, n. 12, p. 124007, 2014. Acesso em: 28 fev. 2015.

GIANNINI, T. C. *et al.* Pollination services at risk: Bee habitats will decrease owing to climate change in Brazil. *Ecological Modelling*, v. 244, p. 127–131, 2012. Acesso em: 10 fev. 2015.

HARLEY, C. D. Climate change, keystone predation, and biodiversity loss. *Science*, v. 334, n. 6059, p. 1124–1127, 2011. Acesso em: 24 fev. 2015.

HAYDEN, B. P.; RAY, G. C.; DOLAN, R. Classification of Coastal and Marine Environments. *Environmental Conservation*, v. 11, n. 03, p. 199–207, set. 1984. Acesso em: 27 fev. 2015.

HILLERISLAMBERS, J. *et al.* How will biotic interactions influence climate change–induced range shifts? *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 1297, n. 1, p. 112–125, 2013. Acesso em: 23 fev. 2015.

IBGE. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. Rio de Janeiro (RJ): [s.n.], 2012. Disponível em: <ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_vegetacao_brasileira.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2015. (Manuais técnicos em geociências, 1).

IHLOW, F. *et al.* On the brink of extinction? How climate change may affect global chelonian species richness and distribution. *Global Change Biology*, v. 18, n. 5, p. 1520–1530, 2012. Acesso em: 24 fev. 2015.

IPCC. Summary for Policymakers. In: FIELD, C. B. *et al.* (Org.). . *Climate change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A : Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge, UK e New York, NY: Cambridge University Press, 2014. p. 1–32.

KELLER, M. *et al.* The Large-Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia: Analyzing Regional Land Use Change Effects. *Ecosystems and Land Use Change*, p. 321–334, 2004. Acesso em: 2 mar. 2015.

LAURANCE, W. F. Forest-climate interactions in fragmented tropical landscapes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, v. 359, n. 1443, p. 345–352, 2004. Acesso em: 24 fev. 2015.

LEÃO, Z.; KIKUCHI, R. K. P. DE; OLIVEIRA, M. DE D. M. DE. Branqueamento de corais nos recifes da Bahia e sua relação com eventos de anomalias térmicas nas águas superficiais do oceano. *Biota Neotropica*, v. 8, n. 3, p. 69–82, 2008. Acesso em: 13 mar. 2015.

LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P. DE; OLIVEIRA, M. DE D. M. DE. Coral bleaching in Bahia reefs and its relation with sea surface temperature anomalies. *Biota Neotropica*, v. 8, n. 3, p. 0–0, 2008. Acesso em: 13 mar. 2015.

LOYOLA, R. D. *et al.* Severe loss of suitable climatic conditions for marsupial species in Brazil: challenges and opportunities for conservation. *PloS one*, v. 7, n. 9, p. e46257, 2012. Acesso em: 23 fev. 2015.

MACHADO, A. L. S.; PACHECO, J. B. Serviços Ecosistêmicos e o Ciclo Hidrológico da Bacia Hidrográfica Amazônica -The Biotic Pump. *Revista Geonorte*, v. 1, n. 1, p. 71–89, 2010. Acesso em: 23 jul. 2014.

MAGNUSSON, W. E.; LAYME, V. M.; LIMA, A. P. Complex effects of climate change: population fluctuations in a tropical rodent are associated with the southern oscillation index and regional fire extent, but not directly with local rainfall. *Global Change Biology*, v. 16, n. 9, p. 2401–2406, 2010. Acesso em: 24 fev. 2015.

MARENGO, J. *Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI.* Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente, 2007.

MARENGO, J. A.; BORMA, L. S.; *et al.* Recent extremes of drought and flooding in Amazonia: vulnerabilities and human adaptation. 2013a. Disponível em: <http://file.scirp.org/Html/1-2360056_33496.htm>. Acesso em: 28 fev. 2015.

MARENGO, J. A.; BORMA, L. S.; *et al.* Recent Extremes of Drought and Flooding in Amazonia: Vulnerabilities and Human Adaptation. *American Journal of Climate Change*, v. 02, n. 02, p. 87–96, 2013b. Acesso em: 28 fev. 2015.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; *et al.* Two Contrasting Severe Seasonal Extremes in Tropical South America in 2012: Flood in Amazonia and Drought in Northeast Brazil. *Journal of Climate*, v. 26, n. 22, p. 9137–9154, 2013. Acesso em: 28 fev. 2015.

MARINI, M. Â.; BARBET-MASSIN, M.; MARTINEZ, J.; *et al.* Applying ecological niche modelling to plan conservation actions for the Red-spectacled Amazon (Amazona pretrei). *Biological Conservation*, v. 143, n. 1, p. 102–112, 2010. Acesso em: 2 fev. 2015.

MARINI, M. Â. *et al.* Geographic and seasonal distribution of the Cock-tailed Tyrant (*Alectrurus tricolor*) inferred from niche modeling. *Journal of Ornithology*, v. 154, n. 2, p. 393–402, 2013. Acesso em: 24 fev. 2015.

MARINI, M. Â. *et al.* Major current and future gaps of Brazilian reserves to protect Neotropical savanna birds. *Biological Conservation*, v. 142, n. 12, p. 3039–3050, 2009a. Acesso em: 2 fev. 2015.

MARINI, M. Â. *et al.* Predicted Climate-Driven Bird Distribution Changes and Forecasted Conservation Conflicts in a Neotropical Savanna. *Conservation Biology*, v. 23, n. 6, p. 1558–1567, 2009b. Acesso em: 24 fev. 2015.

MARINI, M. Â.; BARBET-MASSIN, M.; LOPES, L. E.; *et al.* Predicting the occurrence of rare Brazilian birds with species distribution models. *Journal of Ornithology*, v. 151, n. 4, p. 857–866, 3 abr. 2010. Acesso em: 24 fev. 2015.

MEYER, A. L.; PIE, M. R.; PASSOS, F. C. Assessing the exposure of lion tamarins (*Leontopithecus* spp.) to future climate change. *American journal of primatology*, v. 76, n. 6, p. 551–562, 2014. Acesso em: 24 fev. 2015.

MEYER, A. L. S. Integrando modelagem de nicho ecológico e de dados em sig na avaliação da exposição de *Leontopithecus* (primates: callitrichinae) as mudanças climáticas. 2013. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/handle/1884/30419>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

NOBRE, A. D. *O Futuro Climático da Amazônia: Relatório de Avaliação Científica*. . São José dos Campos: Articulação Regional Amazônica, 2014. Disponível em: <http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/o_futuro_climatico_da_amazonia_versao_final_para_lima.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2015.

OLIVEIRA, H. R.; CASSEMIRO, F. A. Potential effects of climate change on the distribution of a Caatinga's frog *Rhinella granulosa* (Anura, Bufonidae). *Iheringia. Série Zoologia*, v. 103, n. 3, p. 272–279, 2013. Acesso em: 22 fev. 2015.

OPEN WORKING GROUP ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS. *Outcome Document: Sustainable Development Knowledge Platform*. Disponível em: <zotero://attachment/2344/>. Acesso em: 27 mar. 2015.

PARMESAN, C. Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 37, n. 1, p. 637–669, 2006. Acesso em: 21 fev. 2015.

PBMC. *Base científica das mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Sumário Executivo GT1*. . Rio de Janeiro (RJ): COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

PEREIRA, G. M. Modeling flammability in disturbed tropical forests using an IKONOS tasseled cap transform. 2006, [S.l.: s.n.], 2006. p. 1–5. Disponível em: <<ftp://jetty.ecn.purdue.edu/jshan/proceedings/asprs2006/files/O115.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2015.

PIE, M. R. *et al.* Understanding the mechanisms underlying the distribution of microendemic montane frogs (*Brachycephalus* spp., Terrarana: Brachycephalidae) in the Brazilian Atlantic Rainforest. *Ecological Modelling*, v. 250, p. 165–176, 2013. Acesso em: 24 fev. 2015.

SANTOS, T. S. DOS *et al.* Análise de Eventos Extremos na Região Amazônica (Analysis of Extreme Events in the Amazon Region). *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 6, n. 5, p. 1356–1370, 2013. Acesso em: 24 fev. 2015.

SHELDON, K. S.; YANG, S.; TEWKSBURY, J. J. Climate change and community disassembly: impacts of warming on tropical and temperate montane community structure. *Ecology Letters*, v. 14, n. 12, p. 1191–1200, 2011. Acesso em: 23 fev. 2015.

SILVA BEZERRA, D. DA; AMARAL, S.; KAMPEL, M. Impactos da elevação do nível médio do mar sobre o ecossistema manguezal: a contribuição do sensoriamento remoto e modelos computacionais. *Ciência e Natura*, v. 35, n. 2, p. 152–162, 2014. Acesso em: 22 fev. 2015.

SILVA, G. C. DA. Análise quantitativa de eventos extremos de precipitação da região Leste e Norte de Santa Catarina. 2011. Disponível em: <<http://repositorio.ufpel.edu.br/handle/123456789/2207>>. Acesso em: 24 fev. 2015.

SILVESTRINI, R. A. *et al.* Simulating fire regimes in the Amazon in response to climate change and deforestation. *Ecological Applications*, v. 21, n. 5, p. 1573–1590, 20 dez. 2010. Acesso em: 17 jul. 2013.

SIMON, L. M. *et al.* Effects of global climate changes on geographical distribution patterns of economically important plant species in cerrado. *Revista Árvore*, v. 37, n. 2, p. 267–274, 2013. Acesso em: 24 fev. 2015.

SIQUEIRA, M. F. DE; PETERSON, A. T. Consequências das mudanças climáticas globais na distribuição geográfica de espécies arbóreas de Cerrado. *Biota Neotropica*, v. 3, n. 2, 2003. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?article+BN00803022003>>. Acesso em: 24 fev. 2015.

SOARES-FILHO, B. *et al.* Forest fragmentation, climate change and understory fire regimes on the Amazonian landscapes of the Xingu headwaters. *Landscape Ecology*, v. 27, n. 4, p. 585–598, 1 abr. 2012. Acesso em: 17 jul. 2013.

SOARES-FILHO, B. S. *et al.* Modelagem de dinâmica de paisagem: concepção e potencial de aplicação de modelos de simulação baseados em autômato celular. *Ferramentas para modelagem da distribuição de espécies em ambientes tropicais. S/l: Editora Museu Paraense Emílio Goeldi*, p. 1–16, 2003. Acesso em: 4 fev. 2014.

SOARES-FILHO, B. S. *et al.* Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature*, v. 440, n. 7083, p. 520–523, 2006. Acesso em: 9 set. 2012.

SOUZA, T. V. DE *et al.* Redistribution of threatened and endemic Atlantic forest birds under climate change. *Natureza & Conservação* 9, 214–218. doi: 10.4322/natcon, 2011. Disponível em: <http://www.ornitologia.mn.ufrj.br/equipe/paulo_cordeiro/publicacoes/souza_2011.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2015.

UICN; WWF-BRASIL; IPÊ. *Metas de Aichi: Situação atual/Elaborado por Ronaldo Weigand Jr., Danielle Calandino da Silva e Daniela de Oliveira e Silva*. Brasília (DF): UICN/ WWF-Brasil/ Ipê, 2011.

UNFCCC. *Introduction to the Convention*. Disponível em: <https://unfccc.int/essential_background/convention/items/6036.php>. Acesso em: 15 maio 2014.

VALE, M. M.; ALVES, M. A. S.; LORINI, M. L. Mudanças Climáticas: desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade brasileira. *Oecologia Australis*, v. 13, n. 3, p. 518–534, 2009. Acesso em: 22 fev. 2015.

VIEIRA, T. B.; MENDES, P.; OPREA, M. Priority areas for bat conservation in the state of Espírito Santo, southeastern Brazil. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 7, n. 2, p. 88–96, 2012. Acesso em: 22 fev. 2015.

ZARNETSKE, P. L.; SKELLY, D. K.; URBAN, M. C. Biotic multipliers of climate change. *Science*, v. 336, n. 6088, p. 1516–1518, 2012. Acesso em: 23 fev. 2015.

ZIMBRES, B. Q. *et al.* Range shifts under climate change and the role of protected areas for armadillos and anteaters. *Biological Conservation*, v. 152, p. 53–61, 2012. Acesso em: 24 fev. 2015.