

## CRISE CLIMÁTICA E ESPÉCIES AMEAÇADAS: NORMATIVIDADE FEDERAL BRASILEIRA

### *CLIMATE CRISIS AND THREATENED SPECIES: THE LEGAL FRAMEWORK IN BRAZIL*

Artigo recebido em: 19/02/2024

Artigo aceito em: 10/07/2025

**Rômulo Lima Silva de Góis\***

\* Universidade Federal de Sergipe (UFS), Aracaju/SE, Brasil

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2431902793420310>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6807-0361>

[rromulogois@gmail.com](mailto:rromulogois@gmail.com)

**João Vitor Gobis Verges\*\***

\*\* Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Campinas/SP, Brasil

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4760598240322592>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4560-1278>

[vitorverges@gmail.com](mailto:vitorverges@gmail.com)

Os autores declaram não haver conflito de interesse.

#### Resumo

Este artigo analisa os impactos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade e as espécies ameaçadas no Brasil diante da crescente evidência científica de que o aquecimento global já impõe riscos concretos ao equilíbrio ecológico do planeta. O estudo parte da hipótese de que, embora o Brasil disponha de um vasto arcabouço legal para a proteção ambiental, há fragilidades normativas na integração entre políticas climáticas e conservação de espécies ameaçadas. A pesquisa busca apresentar os cenários climáticos projetados para o Brasil pelos relatórios do IPCC e do PBMC; expor o número de espécies ameaçadas e o Índice da Lista Vermelha da IUCN; e analisar criticamente a normatividade federal vigente, tanto na política climática quanto na legislação ambiental. Utilizando revisão bibliográfica, dados técnico-científicos e análise normativa, os resultados indicam que o Brasil é um dos países mais vulneráveis

#### Abstract

*This article examines the impacts of climate change on biodiversity and endangered species in Brazil in light of growing scientific evidence that global warming already poses concrete threats to the planet's ecological balance. The study assumes that, although Brazil has an extensive legal framework for environmental protection, there are significant gaps in the integration between climate policy and endangered species conservation. The research aims to: present climate scenarios projected for Brazil based on IPCC and PBMC reports; reveal the number of threatened species and the Red List Index (RLI) from IUCN; and critically analyze the Brazilian federal legal framework regarding both climate policy and biodiversity protection. Through literature review, scientific data analysis, and legal research, the findings show Brazil as one of the most climate-vulnerable countries, with severe risks to biodiversity. Despite a robust set of environmental laws, the national climate policy*



aos efeitos climáticos, com riscos severos à biodiversidade, ao passo que a legislação climática federal ainda apresenta respostas indiretas à proteção das espécies. Conclui-se que, apesar da robustez legislativa em biodiversidade, é necessário avançar em mecanismos legais que integrem cenários climáticos às estratégias de conservação.

**Palavras-chave:** Direito Ambiental; espécies ameaçadas; índice da lista vermelha; mudanças climáticas; políticas climáticas.

*still lacks direct and effective mechanisms to safeguard endangered species. It is concluded that future legal advancements must bridge this legal framework gap by aligning conservation strategies with climate projections.*

**Keywords:** Environmental Law; threatened species; red list index; climate change; climate policies.

## Introdução

O aquecimento global é um fenômeno amplamente observado cientificamente, confirmado por uma vasta gama de estudos e instituições especializadas. Diversos relatórios e análises globais e nacionais vêm alertando para esse processo ao longo dos anos, com destaque para os seis relatórios produzidos pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), sendo o mais recente disponibilizado em 2023, além das contribuições do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMCM).

O sexto relatório do IPCC aponta que não há mais dúvidas sobre o papel da atividade humana no aquecimento recente da atmosfera, dos oceanos e da superfície terrestre. As alterações têm sido rápidas, significativas e abrangentes. O aumento médio da temperatura global foi de 1,09 °C no período de 2011 a 2020 em relação à era pré-industrial (1850-1900), sendo altamente provável que 1,07 °C desse total decorra diretamente de atividades humanas.

O aquecimento global tem provocado uma crise climática, perceptível pela ocorrência de eventos extremos, como furacões mais intensos, ondas de calor recordes e alterações nos padrões de chuvas. Esses fenômenos afetam diretamente os ecossistemas, a biodiversidade e as comunidades humanas. Essa realidade também suscita discussões sobre os chamados “pontos de inflexão” do sistema terrestre, que podem desencadear alterações irreversíveis e levar o planeta a condições menos favoráveis, destacando a urgência da adoção de ações mitigadoras e adaptativas para enfrentar o problema, sob pena de graves consequências para a humanidade.

Entre os impactos mais relevantes das mudanças climáticas está o agravamento da crise da biodiversidade. Avaliações recentes de organismos especializados demonstram a relação direta entre mudanças climáticas e perda de biodiversidade, com destaque para a possibilidade de extinção em massa de espécies. O cenário evidencia como essas duas crises se retroalimentam e se agravam mutuamente,

reforçando o alerta para o declínio acelerado da biodiversidade em escala global.

Este artigo parte da hipótese de que, embora o Brasil conte com um extenso arcabouço normativo para proteção da biodiversidade, este apresenta lacunas significativas na integração entre políticas climáticas e conservação de espécies ameaçadas, resultando em insuficiência normativa para enfrentar os cenários climáticos projetados para o século XXI.

Nesse sentido, tem como problema central de pesquisa responder em que medida o arcabouço normativo federal brasileiro atual é suficiente para proteger as espécies ameaçadas diante dos cenários climáticos projetados para o século XXI, procurando evidenciar aspectos teóricos sobre a interligação entre mudanças climáticas, o impacto na biodiversidade e em espécies ameaçadas e como os cenários futuros para o Brasil colocam o país numa situação de vulnerabilidade, que exige, entre outras medidas, o desenvolvimento de suporte normativo para proteção de espécies ameaçadas.

O artigo tem como objetivos específicos responder às seguintes questões: De acordo com o IPCC, quais os cenários climáticos que o Brasil poderá enfrentar no século XXI? Quais os impactos desses cenários para a biodiversidade e as espécies ameaçadas de extinção? Qual o Índice da Lista Vermelha do Brasil: Qual o número de espécies ameaçadas e a importância desse dado? Existem suportes normativos na política nacional climática e nas legislações federais suficientes para proteção das espécies ameaçadas de extinção diante dos cenários climáticos?

Procura, ainda, apresentar uma caracterização sistemática e espacial dos dados do sexto relatório do IPCC e os cenários climáticos previstos para o Brasil, tendo como corte temporal os horizontes de 2050 e 2100. Pretende, também, explicar e apresentar o Índice da Lista Vermelha construído pela International Union for Conservation of Nature (IUCN) e o número de espécies ameaçadas no país. Por fim, apresenta um levantamento legislativo federal sobre os atributos legais e os instrumentos de ações neles mobilizados para proteção das espécies ameaçadas, incluindo uma análise das políticas climáticas nacionais.

A relevância desta investigação justifica-se pela urgência temporal dos impactos climáticos projetados e pela responsabilidade do Brasil como país que abriga aproximadamente 15% das espécies conhecidas do planeta, mas enfrenta cenários climáticos que podem resultar na extinção de muitas delas.

## 1 Metodologia

Esta seção apresenta o desenho metodológico adotado na pesquisa, que sustenta a análise dos cenários climáticos, o levantamento das espécies ameaçadas

oficialmente reconhecidas no Brasil e a identificação das conexões entre esses elementos e os dispositivos normativos presentes nas legislações federais e nas políticas climáticas voltadas à proteção da biodiversidade.

A pesquisa caracteriza-se como um estudo exploratório-descritivo, de abordagem qualitativa, com elementos quantitativos complementares. O delineamento metodológico baseia-se em três eixos investigativos integrados: (1) análise de cenários climáticos projetados; (2) avaliação do *status* de conservação das espécies brasileiras; e (3) análise crítica do arcabouço normativo federal.

A coleta de dados climáticos baseou-se prioritariamente no Sexto Relatório de Avaliação do IPCC (2023a), considerado a fonte mais atualizada e confiável sobre projeções climáticas globais. Os critérios de seleção incluíram projeções específicas para a América do Sul e o Brasil, com foco nos cenários RCP 2.6 (cenário otimista) e RCP 8.5 (cenário pessimista), considerando horizontes temporais de 2050 e 2100. Como fontes complementares, utilizaram-se os relatórios do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2014a, 2014b), que oferecem análises específicas para o contexto nacional.

Para os dados de biodiversidade, empregaram-se duas fontes principais: a Lista Vermelha da IUCN (2023) e o Sistema SALVE do ICMBio (2024). Os critérios de inclusão abrangeram espécies categorizadas como *criticamente em perigo* (CR), *em perigo* (EN) e *vulnerável* (VU), seguindo os padrões internacionais de classificação de risco de extinção. A escolha por essas categorias justifica-se por representarem os níveis mais críticos de ameaça, demandando atenção prioritária das políticas de conservação.

A pesquisa legislativa abrangeu o período de 1967 a 2024, iniciando com a Lei n. 5.197/1967 (Lei de Proteção à Fauna) até as normativas mais recentes. Os critérios de seleção das normas incluíram: legislação federal com impacto direto na proteção de espécies ameaçadas; políticas climáticas nacionais com interface na conservação da biodiversidade; e instrumentos normativos de implementação (decretos, portarias, planos).

No que se refere ao levantamento das legislações voltadas às mudanças climáticas e à proteção da biodiversidade e das espécies ameaçadas, foram analisados os seguintes dispositivos: Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei n. 12.187/2009); Lei n. 5.197/1967; Decreto n. 76.623/1975; Lei n. 6.938/1981; Lei n. 7.643/1987; Decreto n. 2/1994; Lei n. 9.605/1998; Decreto n. 3.607/2000; Lei n. 9.985/2000; Decreto n. 4.339/2002; Lei n. 11.428/2006; Plano Nacional sobre Mudança do Clima; Lei n. 11.959/2009; Regulamentação do Fundo Nacional sobre Mudança Climática (Decreto n. 9.578/2018); Lei n. 12.651/2012; Lei

n. 13.123/2015; Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima; e a Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade.

As fontes de pesquisa compreenderam o *Portal da Legislação Federal*, o *Diário Oficial da União* e a base de dados do Planalto. Como critérios de exclusão, estabeleceram-se: normas estaduais e municipais (em razão do foco federal da pesquisa); legislação revogada sem substituta; e instrumentos normativos sem relação direta com a proteção de espécies ou políticas climáticas.

Aplicou-se a técnica de análise de conteúdo categorial para identificação sistemática de: instrumentos de proteção direta às espécies ameaçadas; mecanismos de integração entre políticas climáticas e conservação; lacunas normativas e sobreposições de competências; e adequação temporal entre avanços científicos e respostas legislativas.

O processo de categorização seguiu três etapas: (1) pré-análise (organização e sistematização do material); (2) exploração do material (codificação e categorização); e (3) tratamento dos resultados (inferência e interpretação). Essa abordagem permitiu identificar padrões, tendências e lacunas no arcabouço normativo analisado.

Realizou-se comparação diacrônica da evolução normativa para identificar tendências de fortalecimento ou enfraquecimento da proteção, incorporação de conhecimento científico climático na legislação, adequação temporal entre avanços científicos e respostas normativas e evolução dos instrumentos de política pública ao longo do tempo.

Avaliou-se a correspondência entre cenários climáticos projetados e instrumentos normativos existentes; entre o grau de ameaça das espécies e a robustez dos mecanismos de proteção, entre recomendações científicas internacionais e políticas nacionais adotadas e entre a capacidade de implementação e a magnitude dos desafios identificados.

Com base nas informações coletadas, foram organizados mapas, gráficos e quadros de análise. A partir desses dados, foi possível observar como se articulam as informações referentes às espécies ameaçadas de extinção e os dispositivos normativos previstos tanto na política climática nacional quanto na legislação federal de proteção à biodiversidade, identificando avanços, limitações e lacunas existentes nesse arcabouço jurídico e institucional.

## 2 Uma breve caracterização do que o Brasil poderá enfrentar com as mudanças climáticas no século XXI

Com relação aos contextos estimados para o Brasil nos cenários de mudanças climáticas no século XXI, apresenta-se uma análise crítica que transcende a mera apresentação de dados numéricos, buscando compreender as implicações sistêmicas desses cenários para a biodiversidade nacional.

**Quadro 1.** Síntese dos cenários das mudanças climáticas para o Brasil no século XXI

| Referências                                                                                                                                                            | Caracterizações                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IPCC (2013)                                                                                                                                                            | <p>Aumento das temperaturas médias</p> <p>Cenário otimista (RCP 2.6):</p> <p>+0,6 °C a +2 °C (Amazônia e restante do país)</p> <p>Cenário pessimista (RCP 8.5):</p> <p>+ 3,6 °C a +5,2 °C (Amazônia)</p> <p>+2,2°C a +7 °C (restante do Brasil).</p> |
| IPCC (2023a)                                                                                                                                                           | <p>Probabilidade de aumento das temperaturas médias, especialmente com um aquecimento mais acentuado previsto para a região amazônica;</p> <p>Provável aumento na frequência de noites quentes e redução de noites frias na maioria das regiões.</p> |
| Alexander <i>et al.</i> (2006), Marengo e Camargo (2008), Rusticucci <i>et al.</i> (2010), Marengo (2007), Marengo <i>et al.</i> (2009a), Skansi <i>et al.</i> (2013). | <p>Aumento das temperaturas;</p> <p>Aumento da ocorrência de eventos extremos.</p>                                                                                                                                                                   |
| PBMC (2014a)                                                                                                                                                           | Alterações expressivas nos índices pluviométricos e nas temperaturas.                                                                                                                                                                                |

Fonte: elaborado pelos autores.

A análise integrada dos dados do IPCC (2023a) com as projeções específicas do PBMC (2014a) evidencia que o país enfrentará não apenas mudanças graduais, mas também eventos extremos que podem acelerar dramaticamente os processos de extinção. Os cenários climáticos projetados para o Brasil revelam uma complexidade de impactos que vai além das estimativas numéricas de elevação de temperatura.

Enquanto o cenário otimista (RCP 2.6) projeta aumentos de 0,6 °C a 2 °C,

o cenário pessimista (RCP 8.5) indica elevações de até 7 °C para algumas regiões brasileiras. Essa amplitude não representa apenas uma diferença quantitativa, mas uma transformação qualitativa dos ecossistemas. Como argumentam Manes *et al.* (2021), a diferença entre 1,5 °C e 3 °C de aquecimento pode determinar a sobrevivência ou extinção de aproximadamente um terço das espécies endêmicas terrestres.

Como forma de posicionar as identificações, o quinto relatório do IPCC (2013) nomeou alguns cenários como *representative concentration pathways* (RCP), os quais avaliam a magnitude da alteração que ocorrerá no balanço de radiação do sistema terrestre (Moss *et al.*, 2010). Os RCP são designados com base em seu forçamento radiativo total, expresso em W/m<sup>2</sup>, a ser alcançado durante ou próximo ao fim do século XXI.

O conceito de forçamento radiativo, introduzido pelo IPCC em 2007, refere-se à medida da influência que determinado fator exerce sobre o equilíbrio entre a energia que entra e sai do sistema Terra-atmosfera, funcionando como um indicador da relevância desse fator na geração de mudanças climáticas (IPCC, 2007). Quando esse forçamento é positivo, há tendência de aquecimento da superfície terrestre, ao passo que o forçamento negativo provoca resfriamento.

O forçamento radiativo na Terra, quando positivo, demonstra a absorção de energia pelo sistema climático (IPCC, 2013). Essa positividade decorre do aumento na concentração de gases do efeito estufa (GEE), fenômeno que tem sido observado desde 1750 (IPCC, 2013).

De acordo com Marengo (2007) e Marengo *et al.* (2009a) e com os relatórios da PBMC (2014a) e do AR6 do IPCC (2023a), em decorrência do aquecimento global, algumas áreas do Brasil e da América do Sul observarão elevações em suas médias de temperatura.

Embora historicamente resiliente, a Amazônia enfrenta o que Steffen *et al.* (2015) identificam como proximidade de um “ponto de inflexão”. A análise dos dados do IPCC (2023a) revela que a região pode experimentar mudanças irreversíveis que transformariam extensas áreas florestais em savanas, com implicações catastróficas para espécies endêmicas. Independentemente de alterações nos índices anuais de precipitação, é antecipado um agravamento dos fenômenos climáticos extremos na região.

Com menos de 12% de cobertura original, esse bioma exemplifica como a fragmentação amplifica os impactos climáticos. A impossibilidade de migração altitudinal ou latitudinal para muitas espécies cria cenários de uma inevitável extinção local, especialmente para espécies de topo de serra dependentes de

temperaturas mais baixas. Esses biomas, com mais de 50% já convertidos, enfrentam mudanças nos regimes de precipitação que podem alterar fundamentalmente sua estrutura e sua composição. A adaptação histórica à sazonalidade não garante resiliência às mudanças na intensidade e na distribuição temporal das chuvas.

Independentemente de alterações nos índices anuais de precipitação, é antecipado um agravamento dos fenômenos climáticos. As projeções do AR6 apontam estimativas de elevação de temperatura e alteração nos padrões de distribuição de chuvas em várias regiões do território brasileiro (IPCC, 2023a). Esses cenários corroboram publicações anteriormente apresentadas por Alexander *et al.* (2006), Marengo e Camargo (2008), Rusticucci *et al.* (2010), Marengo (2007), Marengo *et al.* (2009a, 2009b) e Skansi *et al.* (2013) e pelos relatórios do Painel Brasileiro para Mudanças Climáticas (PBMC, 2014a, 2014b).

### 3 Os impactos das mudanças climáticas para biodiversidade e para espécies vulneráveis

Os efeitos das mudanças climáticas na biodiversidade foram minuciosamente registrados na literatura recente, e a abrangência e a intensidade desses impactos ultrapassam as estimativas de avaliações anteriores do IPCC (IPCC, 2023a; IPBES, 2018). As consequências nos ecossistemas terrestres, marinhos e de água doce resultam de processos de evolução mais gradual, como a acidificação dos oceanos, a elevação do nível do mar, o aumento das temperaturas e as alterações na sazonalidade das chuvas, assim como de eventos extremos, incluindo ondas de calor, chuvas intensas, períodos de seca e incêndios, entre outros (IPCC, 2023a).

Thomas *et al.* (2004) adotaram uma abordagem explorando três metodologias nas quais a probabilidade estimada de extinção estaria potencialmente relacionada com o tamanho da distribuição geográfica das espécies. Com base em cenários de aquecimento global de médio alcance até 2050, os autores projetaram que 15-37% das espécies em sua amostra de regiões e táxons estariam *comprometidas com a extinção*<sup>1</sup>. A média de três métodos adotados e dois cenários de dispersão indicou que um aquecimento global mínimo resultaria em projeções mais baixas de espécies comprometidas com a extinção (-18%) em comparação com os cenários médios (-24%) e máximos de mudança (-35%) (Thomas *et al.*, 2004).

A metodologia pioneira de Thomas *et al.* (2004) estabeleceu um paradigma importante ao correlacionar distribuição geográfica com risco de extinção, mas sua aplicação ao contexto brasileiro revela nuances significativas. Enquanto os autores

<sup>1</sup> Expressão cunhada pelos autores.

projetam 15-37% de espécies comprometidas com extinção globalmente, a realidade brasileira apresenta complexidades adicionais que podem amplificar esses percentuais. A grande diversidade da biodiversidade nacional, concentrada em *hotspots* já fragmentados, sugere que as projeções do autor precisam de análise em escala mais regionalizada para verificar os riscos para espécies endêmicas brasileiras, especialmente aquelas com distribuição restrita aos biomas mais ameaçados.

Malcolm *et al.* (2006) apresentaram resultados que ressaltam a possível gravidade dos impactos do aquecimento global em *hotspots* de biodiversidade<sup>2</sup>. No cenário mais extremo de aquecimento global, as extinções projetadas podem variar de 39 a 43% da biota, representando a potencial perda de cerca de 56.000 espécies de plantas endêmicas e 3.700 espécies de vertebrados endêmicos (Malcolm *et al.*, 2006).

Do ponto de vista metodológico, Pacifici *et al.* (2015) destacam que, ao buscar estimativas do risco de extinção de espécies, tanto modelos mecanicistas quanto correlativos podem fornecer resultados apropriados. A abordagem mais eficaz para prever o risco de extinção em face das mudanças climáticas seria a combinação de dados populacionais, como tendências populacionais, sobrevivência e fertilidade, com fatores ambientais em evolução, como precipitação e extensão do gelo marinho, projetando essas mudanças para o futuro (Pacifici *et al.*, 2015).

Cahill *et al.* (2013) reforçam tais projeções ao indicar que as mudanças climáticas poderão ser uma das principais impulsoras de extinções de espécies no planeta Terra. Os autores destacam a presença abundante de evidências que comprovam extinções locais como resultado direto das mudanças climáticas, fundamentando-se no padrão generalizado de contração das distribuições nas fronteiras mais quentes das áreas de ocorrência das espécies (baixa latitude e baixa altitude). Essa conclusão derivou de uma revisão abrangente da literatura científica, ao examinar em grande escala as causas imediatas das extinções locais associadas às mudanças climáticas (Cahill *et al.*, 2013).

Tais resultados foram reiterados por Manes *et al.* (2021), que reforçam que as mudanças climáticas exercem impactos significativos na biodiversidade global. Esse estudo mais recente demonstra, mais uma vez, que a crise climática pode resultar na extinção de espécies de plantas e animais em algumas das regiões mais biodiversas do mundo. A pesquisa desses autores evidencia que as atuais políticas estão direcionando o planeta a um aquecimento de 3 °C. Nesse cenário, aproximadamente um terço das espécies endêmicas terrestres e cerca de metade das espécies endêmicas marinhas enfrentarão a ameaça de extinção. (Manes *et al.*, 2021).

<sup>2</sup> Locais que abrigam números excepcionalmente elevados de espécies animais e vegetais.

Manes *et al.* (2021) examinaram mais de 8.000 projeções de impactos das mudanças climáticas na biodiversidade em 232 estudos, considerando espécies e comunidades endêmicas, não endêmicas, nativas e introduzidas em ambientes terrestres, de água doce e marinhos. Baseando-se em artigos que fornecem informações sobre a identidade e o contexto local desses pontos de biodiversidade, a análise abrangeu quase 300 *hotspots* em terra e no mar. Os resultados de Manes *et al.* (2021) revelam que as mudanças climáticas representam uma ameaça potencial generalizada para locais ricos em biodiversidade, independentemente da zona climática, da geografia ou do agrupamento taxonômico. Dado que esses locais abrigam uma desproporcionalidade de biodiversidade global por unidade de área em comparação com regiões menos ricas, sua conservação torna-se uma prioridade crucial. Os autores afirmam que a América do Sul será uma das regiões mais impactadas, em razão de seus importantes *hotspots* de biodiversidade, colocando até 30% de todas as espécies endêmicas em alto risco de extinção (Manes *et al.*, 2021).

Advani (2023) destaca a iniciativa do World Wide Fund for Nature (WWF) que em 2014 desenvolveu uma ferramenta de avaliação rápida para mensurar a vulnerabilidade das espécies às mudanças climáticas. Segundo o artigo, a metodologia do WWF foi construída considerando métodos de diversas ferramentas existentes, incluindo Foden *et al.* (2013), Gill, Stephens e Cary (2013) e Williams *et al.* (2008).

O propósito da WWF era criar uma abordagem de fácil utilização, aplicada por biólogos conservacionistas sem especialização em ciências climáticas. A ferramenta passou a avaliar a vulnerabilidade das espécies às mudanças climáticas considerando quatro dimensões distintas: (a) sensibilidade; (b) capacidade adaptativa; (c) exposição; e (d) outras ameaças. Cada característica dentro dessas dimensões foi classificada em termos de vulnerabilidade, sendo categorizada como alta, média, baixa ou desconhecida.

A análise da literatura internacional sobre mudanças climáticas e biodiversidade revela que o Brasil ocupa uma posição singular que demanda abordagens metodológicas específicas. Três fatores convergem para criar esta singularidade:

1. A concentração de biodiversidade global em território nacional (15% das espécies conhecidas) significa que impactos locais têm repercussões planetárias. Diferentemente de países com biodiversidade mais distribuída, a perda de espécies brasileiras representa uma redução desproporcional da diversidade global.
2. A velocidade histórica de transformação dos biomas brasileiros, especialmente nas últimas cinco décadas, criou paisagens fragmentadas que amplificam os impactos climáticos. Essa fragmentação prévia distingue o Brasil de outros

países, como Indonésia ou República Democrática do Congo, onde a cobertura florestal permanece mais contínua.

3. A sobreposição temporal entre pico de desmatamento e aceleração das mudanças climáticas cria uma “tempestade perfeita”, em que espécies enfrentam, simultaneamente, perda de *habitat* e alterações climáticas, reduzindo drasticamente suas opções adaptativas.

Todos esses referenciais e essa discussão indicam que as mudanças climáticas colocam em risco a biodiversidade do planeta, levando a um maior risco de extinção às espécies já vulneráveis, e especialmente o Brasil é muito suscetível a tais mudanças, conforme se verá a seguir.

#### 4 A suscetibilidade brasileira, o número de espécies ameaçadas no país e o índice da lista vermelha

Nobre *et al.* (2016) especificam que o Brasil, detentor de uma parcela significativa da biodiversidade global, enfrenta uma ameaça substancial à sua diversidade biológica, haja vista a progressiva perda de *habitats* decorrente das mudanças no uso da terra, que resultam na fragmentação dos territórios. Essa transformação é impulsionada pela expansão agropecuária, pela especulação de terras, pela especulação imobiliária, pela expansão urbana e outras questões relacionadas à ocupação do solo (Nobre *et al.*, 2016).

Segundo Artaxo (2020), o Brasil abriga aproximadamente 15% das espécies do planeta, distribuídas em uma ampla variedade de *habitats*. Essa rica biodiversidade está presente em seis grandes biomas continentais: Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga, Cerrado, Pampa e Pantanal. Além disso, o país é caracterizado por grandes bacias hidrográficas, tais como Amazônica, Tocantins-Araguaia, Parnaíba, São Francisco, Paraíba do Sul e Paraná-Paraguai, e apresenta uma extensa costa, de mais de 8.000 km. O equilíbrio fundamental no funcionamento dos ecossistemas brasileiros depende da preservação de um elevado número de espécies vegetais e animais (Artaxo, 2020).

Segundo o IPCC (2022), até 85% dos sistemas naturais (espécies de plantas e animais, *habitats* e comunidades) na região poderão ser impactados negativamente pelas mudanças climáticas. Alguns biomas brasileiros, como a Mata Atlântica, encontram-se particularmente ameaçados, restando menos de 12% de sua cobertura nativa original, agora representada por remanescentes descontínuos e não conectados, conforme destacam Ribeiro *et al.* (2009), que relembram que essas áreas remanescentes estão difundidas em pequenos fragmentos florestais, fato

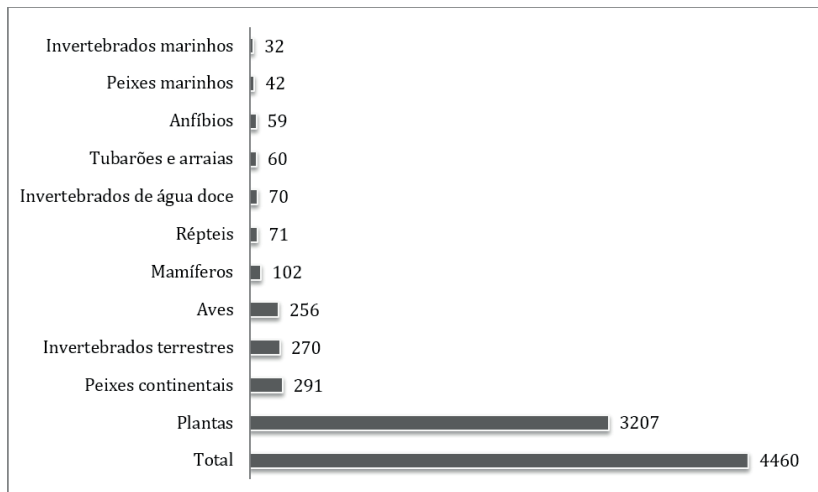
que dificultaria, por exemplo, a migração de espécies para maior adaptabilidade a mudanças em seu ambiente.

O Relatório do PBMC (2014b) demonstra que o Cerrado e a Caatinga também enfrentam grande vulnerabilidade, com mais de 50% desses biomas já convertidos em áreas urbanas, pastagens ou terras agrícolas, muitas vezes degradadas e abandonadas. A Mata Atlântica e o Cerrado destacam-se como *hotspots* suscetíveis a uma rápida e extensiva perda de *habitats* (PBMC, 2013).

Em regiões onde o desmatamento foi mais intensivo, as mudanças climáticas exercem um impacto expressivo na biodiversidade. Espécies mais sensíveis, especialmente aquelas dependentes de ambientes mais frios, como as que habitam topos de serra, enfrentam desafios significativos de adaptação com a contínua elevação da temperatura (PBMC, 2013).

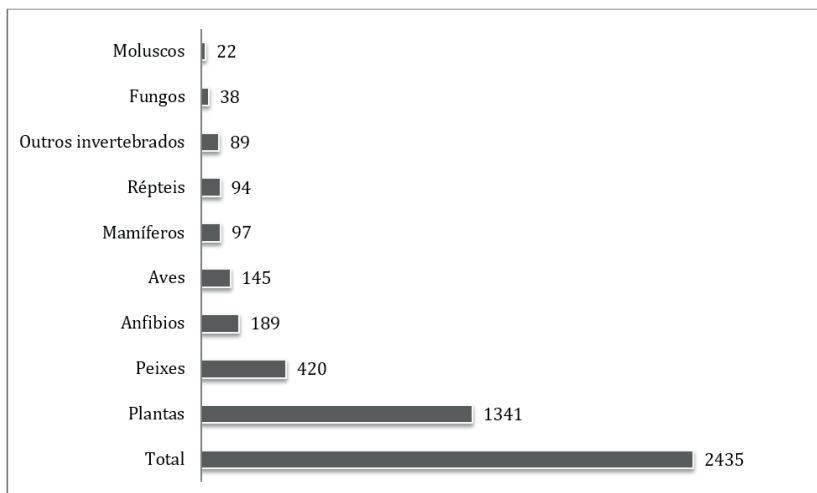
Se a velocidade das mudanças climáticas superar a capacidade de migração, espécies endêmicas correm o risco de desaparecer da região. As florestas úmidas também estão sob ameaça, prevendo-se uma redução gradual de chuvas e prolongamento da estação seca, especialmente no sul e no sudeste da região amazônica (PBMC, 2013). Tais consequências podem ser mais rápidas ainda para as espécies já ameaçadas.

No que tange à suscetibilidade brasileira, é importante destacar que, segundo o ICMBio (2024), o Brasil conta com 1.253 espécies de animais categorizados como ameaçados. O ICMBio passou a compartilhar esses dados em um sistema interativo chamado SALVE, considerando na categorização “ameaçada” as espécies *criticamente em perigo* (CR), *em perigo* (EM) e *vulnerável* (VU). Ao considerar a flora brasileira, o número de espécies de plantas ameaçadas é de 3.207, o que totaliza 4.460 espécies ameaçadas (ICMBio, 2024). Esses dados podem ser observados e pormenorizados por espécies no Gráfico 1.



**Gráfico 1.** Dados do ICMBio das espécies ameaçadas no Brasil.  
Fonte: elaborado pelos autores com dados do ICMBio (2024).

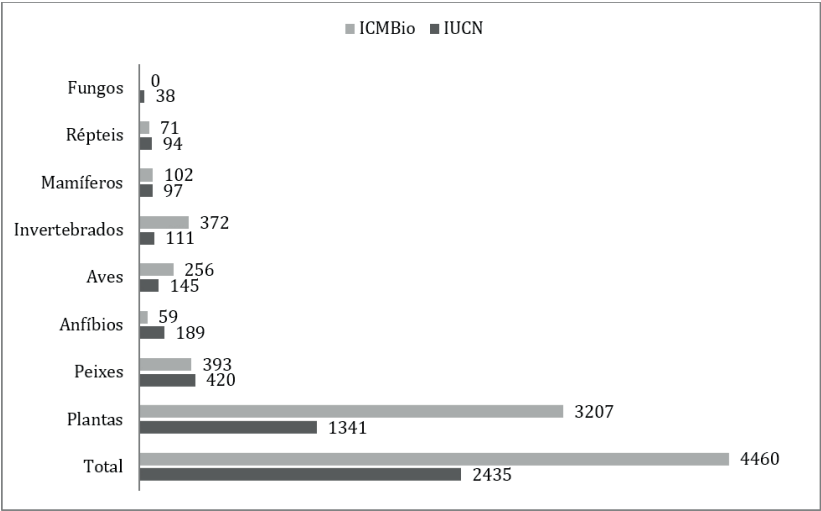
Já de acordo com a International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2023), o Brasil conta com 2.435 espécies em sua lista vermelha. A IUCN consolidou dados do período de 1993-2023 e considera, assim como o ICMBio, também as espécies criticamente em perigo, em perigo e vulnerável. O Gráfico 2 traz uma análise dos dados da IUCN.



**Gráfico 2.** Dados da IUCN das espécies ameaçadas no Brasil.  
Fonte: elaborado pelos autores com dados da IUCN (2023).

O número da IUCN é menor que o consolidado pelo órgão brasileiro, o que pode representar uma maior acuidade dos dados nacionais locais, principalmente no que se refere às espécies de plantas ameaçadas.

Nota-se, também, que há diferença em categorização das espécies para apresentação dos dados. Caso se trabalhe o conjunto de dados e se planifiquem tais categorizações, torna-se possível comparar os dados apresentados pelo ICMBio e pela IUCN (Gráfico 3).



**Gráfico 3.** Comparativo entre os dados do ICMBio e da IUCN.  
Fonte: elaborado pelos autores.

Importante contextualizar que o Brasil é o segundo país da América do Sul com mais espécies ameaçadas (Tabela 1).

**Tabela 1.** *Ranking* com o número de espécies ameaçadas por país da América do Sul

| Posição | País      | Número de espécies ameaçadas |
|---------|-----------|------------------------------|
| 1º      | Equador   | 2707                         |
| 2º      | Brasil    | 2435                         |
| 3º      | Colômbia  | 1721                         |
| 4º      | Peru      | 1000                         |
| 5º      | Venezuela | 905                          |
| 6º      | Bolívia   | 495                          |
| 7º      | Argentina | 396                          |

|     |                 |     |
|-----|-----------------|-----|
| 8º  | Chile           | 306 |
| 9º  | Guiana          | 219 |
| 10º | Uruguai         | 142 |
| 11º | Guiana Francesa | 141 |
| 12º | Suriname        | 132 |
| 13º | Paraguai        | 96  |

Fonte: elaborada pelos autores com dados da IUCN (2023).

Ao ampliar a área de análise para uma perspectiva global com os dados da IUCN (2023), ver-se-á que o Brasil é o quarto país com mais espécies ameaçadas no mundo (Tabela 2).

**Tabela 2.** Os dez países com mais espécies ameaçadas do mundo

| <i>Ranking</i> | <b>País</b> | <b>Número de espécies ameaçadas</b> |
|----------------|-------------|-------------------------------------|
| 1º             | Madagascar  | 3791                                |
| 2º             | Equador     | 2707                                |
| 3º             | México      | 2586                                |
| 4º             | Brasil      | 2435                                |
| 5º             | Indonésia   | 2432                                |
| 6º             | Malásia     | 2138                                |
| 7º             | EUA         | 1993                                |
| 8º             | Austrália   | 1890                                |
| 9º             | Filipinas   | 1765                                |
| 10º            | Colômbia    | 1721                                |

Fonte: elaborada pelos autores com dados da IUCN (2023).

Por outro lado, a IUCN também disponibiliza um dado de extrema relevância, o Índice da Lista Vermelha (RLI), que analisa as tendências ao longo do tempo no risco global de extinção de conjuntos de espécies. O índice para o Brasil é de 0,9 (IUCN, 2023).

Um valor de RLI de 1 indica que todas as espécies estão classificadas como de menor preocupação, ou seja, não se espera que sejam extintas num futuro próximo. Um RLI de 0 corresponde a todas as espécies extintas. Um RLI constante ao longo do tempo sinaliza que o risco global de extinção do grupo permanece inalterado (IUCN, 2023). Caso a taxa de perda de biodiversidade esteja diminuindo, o RLI apresenta uma tendência ascendente. Atualmente, o RLI está disponível apenas para cinco grupos taxonômicos (aqueles em que todas as espécies foram

avaliadas pelo menos duas vezes): aves, mamíferos, anfíbios, cicadáceas e corais formadores de recifes de águas quentes.

Os valores indexados para gerar o RLI do Brasil consideraram 706 mamíferos, 1.824 pássaros, 882 anfíbios, 18 corais e 5 plantas cicadáceas (IUCN, 2023).

A tendência do RLI brasileiro é de declínio, ou seja, sinaliza um risco real de extinção de todas as espécies em longo prazo caso nada seja feito para alterar a tendência apontada. Soma-se a isso o fato de o país apresentar um número considerável de espécies ameaçadas de extinção, sendo o segundo país na América do Sul com mais espécies ameaçadas e o quarto do mundo.

Tais dados comprovam uma suscetibilidade do país caso confrontados com as projeções climáticas e as consequências destas para biodiversidade, o que requer uma resposta à seguinte questão de investigação: Na política nacional climática e nas legislações federais, existem suportes normativos suficientes para proteção das espécies ameaçadas diante dos cenários climáticos?

## **5 Das normatividades da Política Nacional sobre Mudanças Climáticas e da proteção nas legislações federais para a biodiversidade**

O Brasil desempenha um papel crucial nas mudanças climáticas, participando ativamente de fóruns globais e conferências internacionais sobre o tema. Sendo pioneiro, assinou a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima em 1994.

O país conta com instrumentos consolidados para lidar com as mudanças climáticas, com sua agenda climática desenvolvida por meio de discussões internacionais e posições políticas estratégicas (Fenner, 2011).

A primeira iniciativa legislativa relacionada às mudanças climáticas foi o Decreto de 7 de julho de 1999, que criou a Comissão Interministerial de Mudanças Climáticas (Brasil, 1999).

Em 2007, o Decreto n. 6.263 estabeleceu o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM) e orientou a elaboração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, além de instituir o Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC) (Brasil, 2007).

O lançamento do Plano Nacional sobre Mudança do Clima ocorreu em 2008, culminando na Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), por meio da Lei n. 12.187/2009, regulamentada pelo Decreto n. 7.390/2010. Esse plano tem como objetivos centrais a redução do desmatamento, o aprimoramento da eficiência energética e o investimento em energias renováveis (Brasil, 2009c).

A PNMC apresenta os seguintes eixos centrais: mitigação; vulnerabilidade, impacto e adaptação; pesquisa e desenvolvimento; e capacitação e divulgação, visando à colaboração global na redução de emissões de gases de efeito estufa e à preparação nacional para enfrentar os impactos das mudanças climáticas (Brasil, 2009c). A promulgação da PNMC evidencia a importância política do Brasil, refletindo sua preocupação com as alterações climáticas, mesmo em face da não obrigatoriedade dos tratados globais sobre o tema (Romeiro; Parente, 2011).

A especialização setorial tornou-se necessária no ordenamento jurídico brasileiro para refinar as formulações do PNMC. Diversos planos setoriais foram estabelecidos, como o Plano ABC para a agropecuária, o Plano Decenal de Energia para o setor energético e o Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para mitigação e adaptação às mudanças climáticas no setor de transportes.

No período de 2009 a 2010, houve uma intensa produção legislativa sobre mudanças climáticas, incluindo a instituição do Fundo Nacional para Mudança Climática pela Lei n. 12.114/2009, regulamentada pelo Decreto n. 7.343/2010. Ambos os instrumentos, previstos pela PNMC, visavam financiar projetos mitigatórios e de adaptação.

Em 2016, a crise econômica, política e social marcou um desafio significativo para as políticas ambientais. Naquele ano, o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA) foi aprovado por meio da Portaria n. 150/2016, visando à redução da vulnerabilidade às mudanças climáticas por meio da participação da sociedade civil, da iniciativa privada e dos governos estaduais (Brasil, 2016).

Exposto esse retrospecto histórico, ao analisar a PNMC em busca de normatividades voltadas à proteção da biodiversidade, têm-se os seguintes resultados:

- A PNMC não usa diretamente os termos “biodiversidade”, “animais ameaçados”, “fauna” ou “flora”. A lei trata indireta ou pontualmente do tema, citando textualmente as expressões “sistemas naturais”, “recursos ambientais”, “biomas naturais”, “cobertura vegetal”, “sistemas ambientais” e “biomas”. As normativas indiretas estão relacionadas à apresentação na lei de dois objetivos, uma diretriz e dois instrumentos legais expostos na política nacional.
- O art. 4º, IV, da PNMC, ao apresentar um dos objetivos, especifica que Política Nacional buscará a preservação, a conservação e a recuperação dos recursos ambientais, com particular atenção aos grandes biomas naturais tidos como patrimônio nacional (Brasil, 2009c). Tal normativa indiretamente aponta como objetivos a preservação, a conservação e a recuperação da biodiversidade.
- Já o inc. VII do mesmo dispositivo legal estabelece como objetivos a consolidação e a expansão das áreas legalmente protegidas e o incentivo aos reflorestamentos

e à recomposição da cobertura vegetal em áreas degradadas (Brasil, 2009c). Esse objetivo trata indiretamente da necessidade de recuperação das espécies de plantas no país.

- Em seu art. 5º, III, a PNMC estabeleceu como diretriz a elaboração de medidas de adaptação para reduzir os efeitos adversos da mudança do clima e a vulnerabilidade dos sistemas ambiental, social e econômico (Brasil, 2009c). Quando trata da elaboração de medida de adaptação para reduzir os efeitos das mudanças climáticas aos sistemas ambientais, indiretamente o Plano Nacional estaria tratando da necessidade de reduzir também os efeitos para a biodiversidade.
- Por fim, o art. 6º, III, estabelece como instrumento os Planos de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento nos biomas. Tal normativa indiretamente também visa preservar a flora nacional (Brasil, 2009c).

**Quadro 2.** Análise da normatividade voltada à biodiversidade na PNMC

| <b>Normativas voltadas indiretamente à biodiversidade</b>                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Preservação, conservação e recuperação “dos recursos ambientais, com particular atenção aos grandes biomas naturais” (art. 4º, VI).                                                                                                 |
| Recuperação das espécies de plantas no país, por meio da consolidação e da expansão “das áreas legalmente protegidas e ao incentivo aos reflorestamentos e à recomposição da cobertura vegetal em áreas degradadas” (art. 4º, VII). |
| Redução dos efeitos das mudanças climáticas para a biodiversidade, com a adoção de “medidas de adaptação para reduzir os efeitos adversos da mudança do clima e a vulnerabilidade do sistema ambiental [...]” (art. 5º, III).       |
| Preservação da flora nacional, por meio dos “Planos de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento nos biomas” (art. 6º, III).                                                                                                 |

Fonte: elaborado pelos autores com base em Brasil (2009c).

Em que pese a presença de normativas indiretas voltadas à proteção da biodiversidade na PNMC, o Brasil dispõe de uma numerosa legislação federal específica que regulamenta vários aspectos relacionados à matéria. Eis, a seguir, uma breve síntese histórica, em ordem cronológica, das leis federais voltadas à proteção da biodiversidade:

1. Em 1967, a Lei n. 5.197 passou a proteger a fauna e estabelecer regras para caça, proibir a caça profissional e comércio não autorizado, promover a criação de reservas biológicas e parques e enfatizar a educação ambiental (Brasil, 1967).
2. O Brasil ratificou a Convenção de Washington sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES),

- promulgada pelo Decreto n. 76.623/1975. A CITES, ao regular e monitorar o comércio internacional de plantas e animais, passou a oferecer proteção especial àqueles ameaçados, a fim de evitar níveis insustentáveis desse comércio. Posteriormente, a CITES foi implementada pelo Decreto n. 3.607/2000, que atribuiu ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) a autoridade administrativa de cumprimento da lei (Brasil, 2000a).
3. A Lei n. 6.938/1981 dispôs sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação (Brasil, 1981).
  4. A Lei n. 7.643/1987 passou a estabelecer a proibição de pesca de cetáceos no país (Brasil, 1987).
  5. A Constituição Federal de 1988, em seu art. 225, VII, elevou a proteção ambiental ao patamar constitucional, destacando a obrigação de preservar a diversidade e proteger a fauna e a flora do país (Brasil, 1988).
  6. O Brasil ratificou em 1994 a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) por meio do Decreto Legislativo n. 2/1994. Em seu art. 8º, a CDB estabelece a obrigação dos países de recuperar e restaurar ecossistemas degradados e promover a recuperação de espécies ameaçadas por meio da elaboração e da implementação de planos e outras estratégias de gestão (Brasil, 1994).
  7. A Lei n. 9.605/1998 definiu crimes ambientais relacionados à fauna, como caça ilegal, maus-tratos e pesca desautorizada, com exceções para casos específicos. Esta lei em específico agrava as penas para condutas ilegais a serem penalizadas de forma mais severa caso sejam direcionadas a espécies ameaçadas de extinção (Brasil, 1998). A previsibilidade de agravamento consiste em uma norma penal que precisa de complementação, a qual foi feita mais recentemente pela Portaria n. 148/2022, que traz uma lista das espécies ameaçadas do país para fins legais (Brasil, 2022).
  8. Na virada do século, foi aprovada a Lei n. 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), que passou a buscar fundamentalmente a conservação de diferentes variedades de espécies biológicas e recursos genéticos, a preservação e a recuperação da diversidade de ecossistemas naturais e a promoção do desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais (Brasil, 2000b).
  9. O Decreto n. 4.339/2002 trouxe ao ordenamento jurídico a Política Nacional de Biodiversidade (PNB), sendo essa legislação a mais robusta em termos de princípios e diretrizes voltados à matéria, representando amplo objeto de estudo e análise para artigos a serem produzidos (Brasil, 2002).

10. Em 2006, a Lei da Mata Atlântica (Lei n. 11.428/2006) estabeleceu diretrizes para a proteção e a utilização dos recursos do bioma, buscando garantir os direitos e responsabilidades dos cidadãos e órgãos públicos no tocante à exploração sustentável da Mata Atlântica. A legislação apresenta como propósito a preservação da biodiversidade, da saúde humana, dos valores paisagísticos, do regime hídrico e da estabilidade social num dos biomas mais degradados do país (Brasil, 2006).
11. A Lei 11.959/2009 aprovou o Código da Pesca, instituindo a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, que trata de temporadas de caça, restrições, proibições e regulamentações comerciais, protegendo também a fauna aquática nacional (Brasil, 2009a).
12. Mais recentemente, em 2012, envolvido em um amplo debate público, foi estabelecido o Novo Código Florestal, por meio da Lei n. 12.651. O código revogou o anterior de 1965 e passou a definir áreas de preservação permanente como florestas e outras formas de vegetação natural destinadas a abrigar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção (Brasil, 2012).
13. Em 2015, a Lei da Biodiversidade (Lei n. 13.123) foi sancionada e passou a dispor sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade, regulando todos os aspectos relacionados às atividades científicas, pesquisas e desenvolvimento do patrimônio genético de espécies da biodiversidade brasileira (Brasil, 2015a).
14. Somada às legislações citadas, em 2017 foi apresentada a Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade (EPANB), ferramenta abrangente para coordenar iniciativas nacionais voltadas à conservação da biodiversidade, promovendo o uso sustentável de seus componentes e assegurando uma distribuição justa e equitativa dos benefícios derivados de seu uso. Além disso, desempenha o papel de monitorar o avanço das ações do Brasil, conforme delineado em seu Plano de Ação para a Biodiversidade (Brasil, 2017).

A título de análise crítica, o conjunto normativo federal revela uma paradoxal situação: abundância legislativa com deficiências de integração. Embora o Brasil conte com mais de 15 instrumentos normativos federais diretamente relacionados à proteção da biodiversidade, a articulação entre políticas climáticas e conservação de espécies ameaçadas permanece fragmentada e insuficiente.

A PNMC menciona a proteção da biodiversidade apenas de forma genérica, sem estabelecer mecanismos específicos para espécies ameaçadas. Essa lacuna torna-se particularmente problemática ao considerar que as projeções climáticas indicam impactos diferenciados por espécie e região.

Já o SNUC (Lei n. 9.985/2000) e a Lei de Proteção da Fauna (Lei n. 5.197/1967) não incorporam critérios de vulnerabilidade climática na definição de prioridades de conservação.

Embora a Lei n. 12.114/2009 tenha criado o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Brasil, 2009b), sua dotação orçamentária permanece inadequada para enfrentar a magnitude dos desafios identificados, e no ordenamento brasileiro a distribuição de competências entre ICMBio, IBAMA e órgãos estaduais cria sobreposições e lacunas que comprometem a efetividade das ações.

Dessa forma, torna-se necessário problematizar o fato de que, embora o Brasil disponha de um extenso arcabouço normativo voltado à proteção da biodiversidade e das espécies ameaçadas ante os cenários climáticos, a existência dessas normas não garante, por si só, sua efetiva aplicação ou o cumprimento dos objetivos legais. Essa constatação abre um campo relevante para investigação científica no país, especialmente diante da seguinte questão: Considerando a ampla legislação e o suporte federal existentes para a proteção da biodiversidade no Brasil, quais evidências demonstram, ou não, a eficácia dessas normas?

Nesse contexto, destaca-se a importância de avanços normativos que estabeleçam mecanismos legais capazes de incorporar obrigatoriamente os cenários climáticos nas políticas de conservação. Além disso, é fundamental o desenvolvimento de critérios jurídicos que viabilizem a reclassificação periódica de espécies com base nas alterações de sua vulnerabilidade climática, bem como a criação de fontes específicas de financiamento voltadas exclusivamente à proteção de espécies ameaçadas pelas mudanças do clima.

## Conclusão

Com o intuito de apresentar uma caracterização conclusiva do trabalho, retomam-se os questionamentos iniciais propostos pela pesquisa.

A análise realizada confirma parcialmente a hipótese central desta pesquisa, revelando que o Brasil tem um arcabouço normativo extenso para proteção da biodiversidade, mas com lacunas críticas na integração entre políticas climáticas e conservação de espécies ameaçadas.

Quanto aos cenários climáticos, há uma forte constatação das tendências de aumentos nas temperaturas médias, variando em até mais 2 °C num cenário otimista e mais 7 °C num cenário pessimista, além do aumento de noites quentes e eventos extremos e de mudanças significativas nos índices pluviométricos.

A revisão da literatura científica revela de forma incontestável que as

mudanças climáticas representam uma séria ameaça à biodiversidade global. Os estudos examinados destacam os diversos impactos das mudanças climáticas sobre as espécies, desde alterações nos ecossistemas terrestres, marinhos e de água doce até projeções alarmantes de extinção de espécies endêmicas em todo o mundo.

Mesmo cenários moderados de aquecimento global podem comprometer significativamente a sobrevivência de muitas espécies, com projeções que indicam uma potencial perda alarmante de biodiversidade.

No contexto brasileiro, os estudos indicam que o país é especialmente vulnerável aos efeitos das mudanças climáticas, com importantes *hotspots* de biodiversidade que estão sob ameaça.

A análise dos dados apresentados evidencia a grave situação enfrentada pela biodiversidade no Brasil diante das mudanças climáticas. A perda de *habitats* decorrente da expansão agropecuária, da urbanização e de outras formas de uso da terra coloca em risco milhares de espécies em todos os biomas do país. Essa ameaça é ainda mais preocupante ao considerar a riqueza única da biodiversidade brasileira, que abriga uma porção significativa das espécies do planeta.

Os números alarmantes de espécies ameaçadas de extinção, tanto segundo dados do ICMBio quanto da IUCN, reforçam a urgência de ações efetivas para proteger a fauna e a flora brasileiras. A tendência de declínio no Índice da Lista Vermelha (RLI) para o Brasil ressalta a gravidade da situação e a necessidade de medidas de conservação mais robustas e abrangentes.

Os estudos revisados também destacam a necessidade urgente de políticas eficazes para mitigar os impactos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade. A falta de legislação adequada e de políticas climáticas específicas para proteger as espécies ameaçadas é uma lacuna preocupante que precisa ser abordada com urgência.

Diante desse cenário preocupante, surge a questão crucial sobre a adequação dos suportes normativos na política nacional climática e nas legislações federais para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas à biodiversidade brasileira.

Apesar da presença apenas de normatividades indiretas no PNMC, a análise abrangente da legislação brasileira revela um arcabouço normativo numeroso para a proteção da biodiversidade e das espécies ameaçadas. Desde as primeiras leis de proteção à fauna e à flora até as mais recentes estratégias e planos de ação, o Brasil tem demonstrado um compromisso contínuo com a conservação de seu rico patrimônio ambiental.

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), embora não aborde

diretamente o termo “biodiversidade”, apresenta objetivos, diretrizes e instrumentos que, indiretamente, visam à proteção e à conservação dos recursos naturais, incluindo os grandes biomas e a flora nacional.

Os resultados evidenciaram que, apesar da quantidade de normativas voltadas à biodiversidade, há uma insuficiência normativa estrutural que compromete a capacidade de resposta aos cenários climáticos projetados para o século XXI.

Essa insuficiência advém da inadequação de proteção adequada às espécies ameaçadas diante dos cenários climáticos projetados para o século XXI, manifestando-se em três dimensões principais: (a) desarticulação entre políticas climáticas e de biodiversidade; (b) ausência de mecanismos adaptativos na legislação; e (c) inadequação dos recursos financeiros e institucionais disponíveis.

Há uma demonstração de que a mera existência de legislação abundante não garante proteção efetiva quando há desalinhamento entre riscos emergentes e instrumentos normativos, sendo necessários estudos futuros que avaliem a efetividade prática das políticas existentes, a adequação da legislação em âmbito mais regionalizado, estadual e municipal e possíveis comparações com marcos normativos internacionais.

Portanto, enquanto o Brasil dispõe de uma base legal sólida para a proteção da biodiversidade, é necessário um esforço contínuo para garantir que essas leis sejam adequadamente implementadas, fiscalizadas e atualizadas para enfrentar os desafios emergentes, especialmente no contexto das mudanças climáticas. A análise dos dados e evidências sobre a eficácia dessas leis é essencial para orientar políticas e práticas de conservação mais eficientes e sustentáveis.

É preciso, assim, avançar para verificar a eficácia dessas leis. No entanto, tal eficácia não pode ser medida apenas por sua quantidade ou abrangência, mas também por sua implementação efetiva e pelo impacto real na conservação da biodiversidade. É fundamental conduzir pesquisas científicas futuras para avaliar o grau de eficácia e o cumprimento dessas leis, bem como identificar lacunas e desafios em sua aplicação.

## Referências

ADVANI, N. K. Assessing species vulnerability to climate change, and implementing practical solutions. *Biological Conservation*, v. 286, 110284, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320723003853?via%3Dihub>. Acesso em: 10 jul. 2025.

ARTAXO, P. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 34, n. 100, p. 53-66, set./dez. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/TRsRMLDdzzRsz85QNYFQBHs/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 jul. 2025.

ALEXANDER, L. V. *et al.* Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, v. 111, D05109, 2006. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2005JD006290>. Acesso em: 8 jul. 2025.

BRASIL. *Decreto de 7 de julho de 1999*. Cria a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, com a finalidade de articular as ações de governo nessa área. Brasília, DF: Presidência da República, 1999. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/DNN/Anterior\\_a\\_2000/Dnn07-07-99-2.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/DNN/Anterior_a_2000/Dnn07-07-99-2.htm). Acesso em: 10 jul. 2025.

BRASIL. *Decreto n. 2, de 3 de fevereiro de 1994*. Aprova o texto da Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada na Cidade do Rio de Janeiro, no período de 5 a 14 de junho de 1992. Brasília, DF: Senado Federal, 1994. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decleg/1994/decretolegislativo-2-3-fevereiro-1994-358280-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 15 jan. 2024.

BRASIL. *Decreto n. 3.607, de 21 de setembro de 2000*. Dispõe sobre a implementação da Convenção sobre Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção – CITES, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2000a. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d3607.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3607.htm). Acesso em: 15 jan. 2024.

BRASIL. *Decreto n. 4.339, de 22 de agosto de 2002*. Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade. Brasília, DF: Presidência da República, 2002. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/d4339.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4339.htm). Acesso em: 15 jan. 2024.

BRASIL. *Decreto n. 6.263, de 21 de novembro de 2007*. Institui o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima – CIM, orienta a elaboração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2007. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/decreto/d6263.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6263.htm). Acesso em: 10 jul. 2025.

BRASIL. *Decreto n. 7.390, de 9 de dezembro de 2010*. Regulamenta os arts. 6º, 11 e 12 da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010a. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/decreto/d7390.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7390.htm). Acesso em: 10 jul. 2025.

BRASIL. *Decreto n. 7.343, de 26 de outubro de 2010*. Regulamenta a Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009, que cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima – FNMC, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010b. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/decreto/d7343.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7343.htm). Acesso em: 10 jul. 2025.

BRASIL. *Decreto n. 9.578, de 22 de novembro de 2018*. Consolida atos normativos editados pelo Poder Executivo federal que dispõem sobre o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, p. 47, 23 nov. 2018. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2018/decreto/d9578.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9578.htm). Acesso em: 10 jul. 2025.

BRASIL. *Decreto n. 76.623, de 17 de novembro de 1975*. Promulga a Convenção sobre Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção. Brasília, DF: Presidência da República, 1975. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/antigos/d76623.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/d76623.htm). Acesso em: 15 jan. 2024.

BRASIL. *Lei n. 5.197, de 3 de janeiro de 1967*. Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1967. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l5197.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5197.htm). Acesso em: 15 jan. 2024.

BRASIL. *Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981*. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1981. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm). Acesso em: 15 jan. 2024.

BRASIL. *Lei n. 7.643, de 18 de dezembro de 1987*. Proíbe a pesca de cetáceo nas águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1987. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l7643.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7643.htm). Acesso em: 15 jan. 2024.

BRASIL. [Constituição (1988)]. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 8 jul. 2025.

BRASIL. *Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998*. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1998. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm). Acesso em: 15 jan. 2024.

BRASIL. *Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000*. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2000b. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9985.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm). Acesso em: 15 jan. 2024.

BRASIL. *Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006*. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2006. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm). Acesso em: 15 jan. 2024.

BRASIL. *Lei n. 11.959, de 29 de junho de 2009*. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei n. 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei n. 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2009a. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l11959.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11959.htm). Acesso em: 15 jan. 2024.

BRASIL. *Lei n. 12.114, de 9 de dezembro de 2009*. Cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, altera os arts. 6º e 50 da Lei n. 9.478, de 6 de agosto de 1997, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2009b. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l12114.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12114.htm). Acesso em: 16 jan. 2024.

BRASIL. *Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009*. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2009c. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm). Acesso em: 15 jan. 2024.

BRASIL. *Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n.s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n. 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2012. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 16 jan. 2024.

BRASIL. *Lei n. 13.123, de 20 de maio de 2015*. Regulamenta o inciso II do § 1º e o § 4º do art. 225 da Constituição Federal, o Artigo 1, a alínea j do Artigo 8, a alínea c do Artigo 10, o Artigo 15 e os §§ 3º e 4º do Artigo 16 da Convenção sobre Diversidade Biológica, promulgada pelo Decreto n. 2.519, de 16 de março de 1998; dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade; revoga a Medida Provisória n. 2.186-16, de 23 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2015a. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/l13123.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13123.htm). Acesso em: 16 jan. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Portaria n. 148, de 7 de junho de 2022*. Altera os Anexos da Portaria n. 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria n. 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria n. 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Brasília, DF: MMA, 2022. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>. Acesso em: 10 jul. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Portaria n. 150, de 10 de maio de 2016*. Institui o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima e dá outras providências. Brasília, DF: MMA, 2016. Disponível em: [https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencvms/legislacao/portarias/migracao/Portaria\\_MMA\\_n\\_150\\_de\\_10052016.html](https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencvms/legislacao/portarias/migracao/Portaria_MMA_n_150_de_10052016.html). Acesso em: 10 jul. 2025.

BRASIL. Presidência da República. *Estratégia e Plano de Ação Nacionais para a Biodiversidade*. Brasília, DF: Presidência da República, 2017.

BRASIL. Presidência da República. *Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima*. Brasília, DF: Presidência da República, 2015b. 2 v.

BRASIL. Presidência da República. *Plano Nacional sobre Mudança do Clima*. Brasília, DF: Presidência da República, 2008.

CAHILL, A. E. *et al*. How does climate change cause extinction? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 280, n. 1750, 2013. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2012.1890>. Acesso em: 10 jan. 2024.

FENNER, A. L. D. *Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC: implementação e principais desafios*. 2011. 150 f. Dissertação (Mestrado em Modalidade Profissional em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2011.

FODEN, W. B. *et al*. Identifying the world's most climate change vulnerable species: a systematic trait-based assessment of all birds, amphibians and corals. *Plos One*, v. 8, n. 6, e65427, 2013. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0065427>. Acesso em: 10 jul. 2025.

GILL, A. M.; STEPHENS, S. L.; CARY, G. J. The worldwide “wildfire” problem. *Ecological Applications*, v. 23, n. 2, p. 438-454, 2013. Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/10-2213.1>. Acesso em: 10 jul. 2025.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. *Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE*. Brasília, DF: ICMBio, 2024. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br/>. Acesso em: 12 jan. 2024.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Climate Change 2007: the physical science basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Climate Change 2013: the physical science basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Climate Change 2022: impacts, adaptation and vulnerability*. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Climate Change 2023: synthesis report*. Summary for Policymakers. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC, 2023a.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Repository supporting the implementation of FAIR principles in the IPCC-WG1 Atlas*. Geneva: IPCC, 2023b. Disponível em: <https://github.com/IPCC-WG1/Atlas>. Acesso em: 11 jan. 2024.

INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES. *The IPBES regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for the Americas*. Bonn: IPBES Secretariat, 2018.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Cambridge: IUCN Biodiversity Assessment & Knowledge Team: Red List Unit, 2023. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/resources/summary-statistics>. Acesso em: 20 dez. 2023.

JONES, P. D. *et al.* Hemispheric and large-scale land-surface air temperature variations: an extensive revision and an update to 2010. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, v. 117, n. D05, p. 2156-2202, 2012. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2011JD017139>. Acesso em: 10 jan. 2024.

MALCOLM, J. R. *et al.* Global warming and extinctions of endemic species from biodiversity hotspots. *Conservation Biology*, v. 20, n. 2, p. 538-548, 2006. Disponível em: <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1523-1739.2006.00364.x>. Acesso em: 10 jul. 2025.

MANES, S. *et al.* Endemism increases species' climate change risk in areas of global biodiversity importance. *Biological Conservation*, v. 257, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320721001221?via%3Dihub>. Acesso em: 8 jul. 2025.

MARENGO, J. A. *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*. 2. ed. Brasília, DF: MMA, 2007.

MARENGO, J. A.; CAMARGO, C. Surface air temperature trends in Southern Brazil for 1960-2002. *International Journal of Climatology*, v. 28, n. 7, p. 893-904, 2008. Disponível em: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.1584>. Acesso em: 8 jan. 2024.

MARENGO, J. A. *et al.* An intercomparison of observed and simulated extreme rainfall and temperature events during the last half of the twentieth century: part 2: historical trends. *Climatic Change*, v. 98, n. 3, p. 509-529, 2009a. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-009-9743-7>. Acesso em: 8 jan. 2024.

MARENGO, J. A. *et al.* Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. *International Journal of Climatology*, v. 29, n. 15, p. 2241-2255, 2009b. Disponível em: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.1863>. Acesso em: 8 jan. 2024.

MOSS, R. *et al.* The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, v. 463, p. 747-756, 2010. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nature08823>. Acesso em: 5 jan. 2024.

NOBRE, A. D. *et al.* Height above the Nearest Drainage, a hydrologically relevant new terrain model. *Journal of Hydrology*, v. 404, n. 1-2, p. 13-29, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169411002599>. Acesso em: 5 jan. 2024.

NOBRE, C. A. *et al.* Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 113, n. 39, p. 10759-10768, 2016. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1605516113>. Acesso em: 5 jan. 2024.

NOBRE, C. A. *et al.* Vulnerabilidades das megas cidades brasileiras às mudanças climáticas: região metropolitana de São Paulo. In: MOTTA, R. S. *et al.* (org.). *Mudança do clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios*. Brasília, DF: Ipea, 2010. p. 233-261.

PACIFICI, M. *et al.* Assessing species vulnerability to climate change. *Nature Climate Change*, v. 5, n. 3, p. 215-224, 2015. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nclimate2448>. Acesso em: 7 jan. 2024.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. *Base científica das mudanças climáticas*. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2014a.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. *Impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas*. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2014b.

RIBEIRO, M. C. *et al.* The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, Boston, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320709000974>. Acesso em: 10 jul. 2025.

ROMEIRO, V.; PARENTE, V. Climate change regulation in Brazil and the role of subnational governments. *Climate Change in Brazil*, v. 1, p. 358, 2011.

RUSTICUCCI, M. *et al.* An intercomparison of model-simulated in extreme rainfall and temperature events during the last half of the twentieth century. Part 1: mean values and variability. *Climatic Change*, v. 98, n. 3, p. 493-508, 2010. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-009-9742-8>. Acesso em: 5 jan. 2024.

SKANSI, M. M. *et al.* Warming and wetting signals emerging from analysis of changes in climate extreme indices over South America. *Global and Planetary Change*, v. 100, p. 295-307, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921818112002172>. Acesso em: 6 jan. 2024.

STEFFEN, W. *et al.* Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science*, v. 347, n. 6223, 2015. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1259855>. Acesso em: 6 jan. 2024.

THOMAS, C. D. *et al.* Extinction risk from climate change. *Nature*, v. 427, n. 6970, p. 145-148, 2004. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nature02121>. Acesso em: 8 jul. 2025.

WILLIAMS, S. E. *et al.* Towards an integrated framework for assessing the vulnerability of species to climate change. *PLoS Biology*, v. 6, n. 12, e325, 2008. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.0060325>. Acesso em: 10 jul. 2025.

## **SOBRE OS AUTORES**

### **Rômulo Lima Silva de Góis**

Doutor em Ciências Ambientais pela Universidade Nova de Lisboa (UNL), Lisboa, Portugal. Especialista em Alterações Climáticas e Políticas de Desenvolvimento Sustentável pela Universidade de Lisboa (ULISBOA), Lisboa, Portugal. Especialista em Direito Constitucional pela ULISBOA. Bacharel em Direito pelo Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-RN), Natal/RN, Brasil. Professor no Programa de Mestrado e Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) e no Programa de Mestrado Profissional em Administração Pública (PROFIAP) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Aracaju/SE, Brasil.

**João Vitor Gobis Verges**

Doutor em Alterações Climáticas e Políticas de Desenvolvimento Sustentável pela Universidade de Lisboa (ULISBOA), Lisboa, Portugal. Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Presidente Prudente/SP, Brasil. Mestre em Geografia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Francisco Beltrão/PR, Brasil. Bacharel e Licenciado em Geografia pela UNESP. Professor no Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Campinas/SP, Brasil. Professor no Mestrado Acadêmico em Geografia da Universidade Federal de Rondonópolis (UFR), Rondonópolis/MT, Brasil.

**Participação dos autores**

Ambos os autores contribuíram igualmente para a elaboração deste artigo.

**Como citar este artigo (ABNT):**

GÓIS, R. L. S.; VERGES, J. V. G. Crise climática e espécies ameaçadas: normatividade federal brasileira. *Veredas do Direito*, Belo Horizonte, v. 22, e222696, 2025. Disponível em: <http://www.domhelder.edu.br/revista/index.php/veredas/article/view/2696>. Acesso em: dia mês. ano.