

CRISIS CLIMÁTICA Y ESPECIES AMENAZADAS: NORMATIVIDAD FEDERAL BRASILEÑA

CLIMATE CRISIS AND THREATENED SPECIES: THE LEGAL FRAMEWORK IN BRAZIL

Artículo recibido el: 19/02/2024

Artículo aceptado el: 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>

romulogois@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

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Resumo

Este artículo analiza los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad y las especies amenazadas en Brasil ante las crecientes evidencias científicas de que el calentamiento global ya está planteando riesgos concretos para el equilibrio ecológico del planeta. El estudio se basa en la hipótesis de que, aunque Brasil cuenta con un amplio marco jurídico para la protección del medio ambiente, existen deficiencias normativas en la integración de las políticas climáticas y la conservación de especies en peligro de extinción. La investigación pretende presentar los escenarios climáticos proyectados para Brasil por los informes del IPCC y del PBMC; exponer el número de especies amenazadas y el índice de la Lista Roja de la IUCN; y analizar críticamente la normativa federal vigente, tanto en política climática como en legislación ambiental. A partir de una revisión bibliográfica, datos técnico-científicos y análisis normativos,

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



los resultados indican que Brasil es uno de los países más vulnerables a los efectos del clima, con graves riesgos para la biodiversidad, mientras que la legislación federal sobre el clima aún presenta respuestas indirectas a la protección de las especies. La conclusión es que, a pesar de la solidez de la legislación sobre biodiversidad, es necesario avanzar en mecanismos legales que integren los escenarios climáticos en las estrategias de conservación.

Palabras clave: Derecho Ambiental; especies amenazadas; índice de la lista roja; cambios climáticos; 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.

Introducción

El calentamiento global es un fenómeno ampliamente observado desde el punto de vista científico, confirmado por numerosos estudios e instituciones especializadas. Diversos informes y análisis mundiales y nacionales han venido advirtiendo de ese proceso a lo largo de los años, entre los que destacan los seis informes elaborados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el más reciente de los cuales se publicó en 2023, así como las contribuciones del Grupo Brasileño de Expertos sobre el Cambio Climático (PBMC).

El sexto informe del IPCC señala que ya no hay dudas sobre el papel de la actividad humana en el reciente calentamiento de la atmósfera, los océanos y la superficie terrestre. Los cambios han sido rápidos, significativos y de gran alcance. El aumento medio de la temperatura global fue de 1,09 °C en el periodo de 2011 a 2020 en comparación con la era preindustrial (1850-1900), y es muy probable que 1,07 °C de ese total se deban directamente a las actividades humanas.

El calentamiento global ha provocado una crisis climática, perceptible en la aparición de fenómenos extremos como huracanes más intensos, olas de calor sin precedentes y cambios en el régimen de lluvias. Dichos fenómenos afectan directamente a los ecosistemas, la biodiversidad y las comunidades humanas. Esa realidad también plantea debates sobre los llamados “puntos de inflexión” del sistema terrestre, que pueden desencadenar cambios irreversibles y llevar al planeta a condiciones menos favorables, lo que pone de relieve la urgencia de adoptar medidas de mitigación y adaptación para hacer frente al problema, so pena de graves consecuencias para la humanidad.

Entre los efectos más significativos del cambio climático está el agravamiento

de la crisis de la biodiversidad. Recientes evaluaciones de organismos especializados muestran una relación directa entre el cambio climático y la pérdida de biodiversidad, destacando la posibilidad de una extinción masiva de especies. El escenario muestra cómo ambas crisis se retroalimentan y empeoran mutuamente, reforzando la advertencia del declive acelerado de la biodiversidad a escala global.

Este artículo parte de la hipótesis de que, aunque Brasil cuenta con un amplio marco normativo para la protección de la biodiversidad, presenta importantes lagunas en la integración de las políticas climáticas y la conservación de las especies amenazadas, lo que se traduce en una legislación insuficiente para hacer frente a los escenarios climáticos previstos para el siglo XXI.

En ese sentido, su problema central de investigación es responder hasta qué punto el actual marco normativo federal brasileño es suficiente para proteger a las especies amenazadas ante los escenarios climáticos previstos para el siglo XXI, buscando destacar aspectos teóricos de la interconexión entre el cambio climático, el impacto sobre la biodiversidad y las especies amenazadas y cómo los escenarios futuros para Brasil colocan al país en una situación de vulnerabilidad, que requiere, entre otras medidas, el desarrollo de un soporte normativo para la protección de las especies amenazadas.

Los objetivos específicos del artículo son responder a las siguientes preguntas: Según el IPCC, ¿a qué escenarios climáticos podría enfrentarse Brasil en el siglo XXI? ¿Cuáles son los impactos de esos escenarios sobre la biodiversidad y las especies amenazadas? ¿Cuál es el índice de la Lista Roja de Brasil: cuál es el número de especies amenazadas y qué importancia tienen esos datos? ¿Existe suficiente apoyo normativo en la política climática nacional y en la legislación federal para proteger las especies amenazadas ante los escenarios climáticos?

También pretende presentar una caracterización sistemática y espacial de los datos del sexto informe del IPCC y los escenarios climáticos previstos para Brasil, con un marco temporal de 2050 y 2100. También pretende explicar y presentar el Índice de la Lista Roja construido por la International *Union for Conservation of Nature* (IUCN) y el número de especies amenazadas en el país. Al fin, presenta un estudio de la legislación federal sobre las atribuciones jurídicas y los instrumentos de acción movilizados en ella para proteger las especies amenazadas, incluido un análisis de las políticas climáticas nacionales.

La relevancia de esta investigación se justifica por la urgencia temporal de los impactos climáticos previstos y la responsabilidad de Brasil como país que alberga aproximadamente el 15% de las especies conocidas del planeta, pero que se enfrenta a escenarios climáticos que podrían provocar la extinción de muchas de ellas.

1 Metodología

Esta sección presenta el diseño metodológico adoptado en la investigación, que sustenta el análisis de los escenarios climáticos, el relevamiento de las especies oficialmente reconocidas en peligro de extinción en Brasil y la identificación de las conexiones entre esos elementos y las disposiciones normativas presentes en la legislación federal y las políticas climáticas destinadas a proteger la biodiversidad.

La investigación se caracteriza por ser un estudio exploratorio-descriptivo con un enfoque cualitativo y elementos cuantitativos complementarios. El diseño metodológico se basa en tres ejes de investigación integrados: (1) análisis de los escenarios climáticos proyectados; (2) evaluación del *status* de conservación de las especies brasileñas; y (3) análisis crítico del marco normativo federal.

La recolección de datos climáticos se basó principalmente en el Sexto Informe de Evaluación del IPCC (2023a), considerado la fuente más actualizada y confiable de proyecciones climáticas globales. Los criterios de selección incluyeron proyecciones específicas para América del Sur y Brasil, centrándose en los escenarios RCP 2.6 (escenario optimista) y RCP 8.5 (escenario pesimista), considerando horizontes temporales de 2050 y 2100. Como fuentes complementarias, se utilizó los informes del Panel Brasileño sobre Cambio Climático (PBMC, 2014a, 2014b), que ofrecen análisis específicos para el contexto nacional.

Para los datos sobre biodiversidad, se utilizaron dos fuentes principales: la Lista Roja de la IUCN (2023) y el Sistema SALVE de ICMBio (2024). Los criterios de inclusión incluían especies categorizadas como en *peligro crítico* (CR), en *peligro* (EN) y *vulnerables* (VU), siguiendo las normas internacionales para clasificar el riesgo de extinción. Esas categorías se eligieron porque representan los niveles más críticos de amenaza y exigen una atención prioritaria por parte de las políticas de conservación.

La investigación legislativa abarcó el período comprendido entre 1967 y 2024, desde la Ley n. 5.197/1967 (Ley de Protección de la Fauna) hasta las normas más recientes. Los criterios de selección de las normas incluyeron: legislación federal con impacto directo en la protección de especies amenazadas; políticas climáticas nacionales con interfaz con la conservación de la biodiversidad; e instrumentos normativos de aplicación (decretos, ordenanzas, planes).

En cuanto al estudio de la legislación sobre el cambio climático y la protección de la biodiversidad y las especies en peligro de extinción, se analizaron las siguientes disposiciones: Política Nacional sobre el Cambio Climático (Ley n. 12.187/2009); Ley n. 5.197/1967; Decreto n. 76.623/1975; Ley n.

6.938/1981; Ley n. 7.643/1987; Decreto n. 2/1994; Ley n. 9.605/1998; Decreto n. 3.607/2000; Ley n. 9.985/2000; Decreto n. 4. 339/2002; Ley n. 11.428/2006; Plan Nacional de Cambio Climático; Ley n. 11.959/2009; Reglamento del Fondo Nacional de Cambio Climático (Decreto n. 9.578/2018); Ley n. 12.651/2012; Ley n. 13.123/2015; Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático; y Estrategia y Plan de Acción Nacional de Biodiversidad.

Las fuentes de investigación fueron el *Portal Federal de Legislación*, el *Diario Oficial de la Federación* y la base de los datos del Planalto. Los criterios de exclusión fueron: normativas estatales y municipales (debido al enfoque federal de la investigación); legislación derogada sin sustituto; e instrumentos normativos sin relación directa con la protección de especies o las políticas climáticas.

Se utilizó la técnica del análisis de contenido categorial para identificar sistemáticamente: instrumentos de protección directa de especies amenazadas; mecanismos de integración de las políticas climáticas y de conservación; lagunas normativas y solapamiento de competencias; y adecuación temporal entre avances científicos y respuestas legislativas.

El proceso de categorización siguió tres etapas: (1) preanálisis (organización y sistematización del material); (2) exploración del material (codificación y categorización); y (3) tratamiento de los resultados (inferencia e interpretación). Ese enfoque permitió identificar pautas, tendencias y lagunas en el marco normativo analizado.

Se ha realizado una comparación diacrónica de la evolución normativa para identificar tendencias en el refuerzo o debilitamiento de la protección, la incorporación de los conocimientos de la ciencia del clima a la legislación, la adecuación temporal entre los avances científicos y las respuestas normativas, y la evolución de los instrumentos de las políticas públicas a lo largo del tiempo.

Se evaluó la correspondencia entre los escenarios climáticos previstos y los instrumentos normativos existentes; entre el grado de amenaza para las especies y la solidez de los mecanismos de protección, entre las recomendaciones científicas internacionales y las políticas nacionales adoptadas y entre la capacidad de aplicación y la magnitud de los retos detectados.

A partir de la información recopilada, se organizaron mapas, gráficos y tablas de análisis. A partir de esos datos, se pudo ver cómo se articulan la información sobre especies amenazadas y las disposiciones normativas tanto de la política climática nacional como de la legislación federal sobre protección de la biodiversidad, identificando avances, limitaciones y lagunas en ese marco legal e institucional.

2 Una breve caracterización de lo que Brasil podría enfrentar con el cambio climático en el siglo XXI

En cuanto a los contextos estimados para Brasil en los escenarios de cambio climático para el siglo XXI, se presenta un análisis crítico que va más allá de la mera presentación de datos numéricos, buscando comprender las implicaciones sistémicas de esos escenarios para la biodiversidad nacional.

Cuadro 1. Resumen de los escenarios de cambio climático para Brasil en el siglo XXI

Referencias	Caracterizaciones
IPCC (2013)	Aumento de las temperaturas medias Escenario optimista (RCP 2,6): +0,6 °C a +2 °C (Amazonia y resto del país) Escenario pesimista (RCP 8,5): +3,6 °C a +5,2 °C (Amazonia) +2,2°C a +7 °C (resto de Brasil).
IPCC (2023a)	Probabilidad de aumento de las temperaturas medias, especialmente con una previsión de calentamiento más pronunciado en la región amazónica; Probable aumento de la frecuencia de las noches cálidas y reducción de las noches frías en la mayoría de las regiones.
Alexander <i>et al.</i> (2006), Marengo y Camargo (2008), Rusticucci <i>et al.</i> (2010), Marengo (2007), Marengo <i>et al.</i> (2009a), Skansi <i>et al.</i> (2013).	Aumento de las temperaturas; Aumento de los fenómenos extremos.
PBMC (2014a)	Alteraciones expresivas en los índices pluviométricos y en las temperaturas.

Fuente: elaboración propia.

El análisis integrado de los datos del IPCC (2023a) con las proyecciones específicas del PBMC (2014a) muestra que el país enfrentará no sólo cambios graduales, sino también eventos extremos que podrían acelerar dramáticamente los procesos de extinción. Los escenarios climáticos proyectados para Brasil revelan una complejidad de impactos que va más allá de las estimaciones numéricas de aumentos de temperatura.

Mientras que el escenario optimista (RCP 2,6) prevé aumentos de entre 0,6 °C y 2 °C, el escenario pesimista (RCP 8,5) indica subidas de hasta 7 °C para algunas regiones brasileñas. Ese rango representa no sólo una diferencia cuantitativa, sino una transformación cualitativa de los ecosistemas. Como sostienen Manes *et al.* (2021), la diferencia entre 1,5 °C y 3 °C de calentamiento podría determinar la

supervivencia o extinción de aproximadamente un tercio de las especies terrestres endémicas.

Como forma de situar las identificaciones, el quinto informe del IPCC (2013) denominó a algunos escenarios como *representative concentration pathways* (RCP), que evalúan la magnitud del cambio que se producirá en el balance de radiación del sistema terrestre (Moss *et al.*, 2010). Los RCP se designan en función de su forzamiento radiativo total, expresado en W/m^2 , que se alcanzará durante o hacia finales del siglo XXI.

El concepto de forzamiento radiativo, introducido por el IPCC en 2007, se refiere a la medida de la influencia que un determinado factor ejerce sobre el equilibrio entre la energía que entra y sale del sistema Tierra-atmósfera, actuando como indicador de la relevancia de ese factor en la generación del cambio climático (IPCC, 2007). Cuando ese forzamiento es positivo, existe una tendencia al calentamiento de la superficie terrestre, mientras que un forzamiento negativo provoca un enfriamiento.

El forzamiento radiativo en la Tierra, cuando es positivo, demuestra la absorción de energía por el sistema climático (IPCC, 2013). Esa positividad se deriva del aumento de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI), un fenómeno que se viene observando desde 1750 (IPCC, 2013).

Según Marengo (2007) y Marengo *et al.* (2009a) y los informes PBMC (2014a) e IPCC AR6 (2023a), como consecuencia del calentamiento global, algunas áreas de Brasil y Sudamérica verán aumentadas sus temperaturas medias.

Aunque históricamente resistente, la Amazonia se enfrenta a lo que Steffen *et al.* (2015) identifican como la proximidad de un “punto de inflexión”. El análisis de los datos del IPCC (2023a) revela que la región podría experimentar cambios irreversibles que transformarían extensas áreas forestales en sabanas, con implicaciones catastróficas para las especies endémicas. Independientemente de los cambios en los índices anuales de precipitaciones, se prevé un empeoramiento de los fenómenos meteorológicos extremos en la región.

Con menos del 12% de cobertura original, ese bioma ejemplifica cómo la fragmentación amplifica los impactos climáticos. La imposibilidad de migración altitudinal o latitudinal para muchas especies crea escenarios de extinción local inevitable, especialmente para las especies de las cimas de las montañas que dependen de temperaturas más bajas. Esos biomas, más del 50% de los cuales ya se han convertido, se enfrentan a cambios en los regímenes de precipitaciones que podrían alterar fundamentalmente su estructura y composición. La adaptación histórica a la estacionalidad no garantiza la resiliencia a los cambios en la intensidad y distribución temporal de las lluvias.

Independientemente de los cambios en las tasas de precipitación anual, se prevé un empeoramiento de los fenómenos climáticos. Las proyecciones del AR6 apuntan a estimaciones de aumento de las temperaturas y cambios en los patrones de distribución de las precipitaciones en diversas regiones del territorio brasileño (IPCC, 2023a). Esos escenarios corroboran las publicaciones presentadas anteriormente por Alexander *et al.* (2006), Marengo y Camargo (2008), Rusticucci *et al.* (2010), Marengo (2007), Marengo *et al.* (2009a, 2009b) y Skansi *et al.* (2013) y por los informes del Panel Brasileño para el Cambio Climático (PBMC, 2014a, 2014b).

3 Impacto del cambio climático en la biodiversidad y las especies vulnerables

Los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad se han registrado exhaustivamente en la literatura reciente, y el alcance y la intensidad de esos impactos superan las estimaciones de anteriores evaluaciones del IPCC (IPCC, 2023a; IPBES, 2018). Las consecuencias para los ecosistemas terrestres, marinos y de agua dulce son el resultado de procesos de evolución más gradual, como la acidificación de los océanos, la subida del nivel del mar, el aumento de las temperaturas y los cambios en la estacionalidad de las precipitaciones, así como de fenómenos extremos, como olas de calor, lluvias torrenciales, periodos de sequía e incendios, entre otros (IPCC, 2023a).

Thomas *et al.* (2004) adoptaron un enfoque que exploraba tres metodologías en las que la probabilidad estimada de extinción estaría potencialmente relacionada con el tamaño de la distribución geográfica de la especie. Basándose en escenarios de calentamiento global de alcance medio hasta 2050, los autores proyectaron que entre el 15% y el 37% de las especies de su muestra de regiones y taxones estarían *amenazadas de extinción*¹. La media de los tres métodos adoptados y de los dos escenarios de dispersión indicó que el calentamiento global mínimo daría lugar a proyecciones más bajas de especies en peligro de extinción (-18%) en comparación con los escenarios de cambio medio (-24%) y máximo (-35%) (Thomas *et al.*, 2004).

La metodología pionera de Thomas *et al.* (2004) estableció un importante paradigma al correlacionar la distribución geográfica con el riesgo de extinción, pero su aplicación al contexto brasileño revela matices significativos. Si bien los autores proyectan entre un 15% y un 37% de especies en riesgo de extinción a nivel mundial, la realidad brasileña presenta complejidades adicionales que

¹ Expresión acuñada por los autores.

podrían amplificar esos porcentajes. La gran diversidad de la biodiversidad nacional, concentrada en *hotspots* ya fragmentados, sugiere que las proyecciones del autor necesitan ser analizadas a una escala más regionalizada para verificar los riesgos para las especies endémicas brasileñas, especialmente aquellas con una distribución restringida a los biomas más amenazados.

Malcolm *et al.* (2006) presentaron resultados que subrayan la posible gravedad de los impactos del calentamiento global en *hotspots* de biodiversidad². En el escenario de calentamiento global más extremo, las extinciones previstas podrían oscilar entre el 39% y el 43% de la biota, lo que representa la pérdida potencial de unas 56.000 especies endémicas de plantas y 3.700 especies endémicas de vertebrados (Malcolm *et al.*, 2006).

Desde un punto de vista metodológico, Pacifici *et al.* (2015) señalan que cuando se buscan estimaciones del riesgo de extinción de especies, tanto los modelos mecanicistas como los correlativos pueden proporcionar resultados adecuados. El enfoque más eficaz para predecir el riesgo de extinción ante el cambio climático consistiría en combinar datos poblacionales, como las tendencias de la población, la supervivencia y la fertilidad, con factores medioambientales en evolución, como las precipitaciones y la extensión del hielo marino, proyectando esos cambios hacia el futuro (Pacifici *et al.*, 2015).

Cahill *et al.* (2013) refuerzan esas proyecciones al indicar que el cambio climático podría ser uno de los principales impulsores de la extinción de especies en el planeta Tierra. Los autores destacan las abundantes pruebas de extinciones locales como consecuencia directa del cambio climático, basadas en el patrón generalizado de reducción de las distribuciones en los límites más cálidos de las áreas de presencia de las especies (baja latitud y baja altitud). Esa conclusión se derivó de una revisión exhaustiva de la literatura científica, examinando a gran escala las causas inmediatas de las extinciones locales asociadas a los cambios climáticos (Cahill *et al.*, 2013).

Tales resultados fueron reiterados por Manes *et al.* (2021), quienes subrayaron que el cambio climático tiene importantes repercusiones en la biodiversidad mundial. Ese estudio más reciente demuestra una vez más que la crisis climática podría provocar la extinción de especies vegetales y animales en algunas de las regiones más biodiversas del mundo. Sus investigaciones muestran que las políticas actuales están dirigiendo el planeta hacia un calentamiento de 3 °C. En ese escenario, aproximadamente un tercio de las especies terrestres endémicas y alrededor de la mitad de las especies marinas endémicas se enfrentarán a la amenaza de extinción (Manes *et al.*, 2021).

² Lugares que albergan un número excepcionalmente elevado de especies animales y vegetales.

Manes *et al.* (2021) examinaron más de 8.000 proyecciones de los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad en 232 estudios, teniendo en cuenta especies y comunidades endémicas, no endémicas, autóctonas e introducidas en entornos terrestres, de agua dulce y marinos. A partir de artículos que proporcionan información sobre la identidad y el contexto local de esos puntos críticos de biodiversidad, el análisis abarcó casi 300 *hotspots* en tierra y mar. Los resultados de Manes *et al.* (2021) revelan que el cambio climático representa una amenaza potencial generalizada para los lugares ricos en biodiversidad, independientemente de la zona climática, la geografía o la agrupación taxonómica. Dado que esos lugares albergan una cantidad desproporcionada de biodiversidad mundial por unidad de superficie en comparación con regiones menos ricas, su conservación se convierte en una prioridad crucial. Los autores afirman que Sudamérica será una de las regiones más afectadas debido a sus importantes *hotspots* de biodiversidad, lo que supondrá un alto riesgo de extinción para hasta el 30% de todas las especies endémicas (Manes *et al.*, 2021).

Advani (2023) destaca la iniciativa del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), que en 2014 desarrolló una herramienta de evaluación rápida para medir la vulnerabilidad de las especies al cambio climático. Según el artículo, la metodología del WWF se construyó teniendo en cuenta métodos de diversas herramientas existentes, como Foden *et al.* (2013), Gill, Stephens y Cary (2013) y Williams *et al.* (2008).

El propósito de WWF era crear un enfoque de fácil uso que pudiera ser aplicado por biólogos de la conservación sin especialización en climatología. La herramienta pasó a evaluar la vulnerabilidad de las especies al cambio climático teniendo en cuenta cuatro dimensiones distintas: (a) sensibilidad; (b) capacidad de adaptación; (c) exposición; y (d) otras amenazas. Cada característica de estas dimensiones se clasificó en términos de vulnerabilidad y se clasificó como alta, media, baja o desconocida.

El análisis de la literatura internacional sobre cambio climático y biodiversidad revela que Brasil ocupa una posición singular que exige enfoques metodológicos específicos. Tres factores convergen para crear esta singularidad:

1. La concentración de la biodiversidad mundial en Brasil (15% de las especies conocidas) significa que los impactos locales tienen repercusiones mundiales. A diferencia de los países con una biodiversidad más ampliamente distribuida, la pérdida de especies brasileñas representa una reducción desproporcionada de la diversidad global.
2. La velocidad histórica de transformación de los biomas brasileños, especialmente

en las últimas cinco décadas, ha creado paisajes fragmentados que amplifican los impactos climáticos. Esa fragmentación previa distingue a Brasil de otros países, como Indonesia o la República Democrática del Congo, donde la cubierta forestal sigue siendo más continua.

3. El solapamiento temporal entre el pico de deforestación y la aceleración del cambio climático crea una “tormenta perfecta” en la que las especies se enfrentan simultáneamente a la pérdida de *habitat* y al cambio climático, reduciendo drásticamente sus opciones de adaptación.

Todas esas referencias y ese debate indican que el cambio climático está poniendo en peligro la biodiversidad del planeta, provocando un mayor riesgo de extinción de especies ya vulnerables, y Brasil en particular es muy susceptible a esos cambios, como se verá a continuación.

4 La susceptibilidad brasileña, el número de especies amenazadas en el país y el índice de la lista roja

Nobre *et al.* (2016) especifican que Brasil, que alberga una parte importante de la biodiversidad mundial, se enfrenta a una amenaza sustancial para su diversidad biológica, dada la pérdida progresiva de *habitats* debido a los cambios en el uso de la tierra, que se traducen en la fragmentación de los territorios. Esa transformación está impulsada por la expansión agrícola, la especulación del suelo, la especulación inmobiliaria, la expansión urbana y otras cuestiones relacionadas con la ocupación del suelo (Nobre *et al.*, 2016).

Según Artaxo (2020), Brasil alberga aproximadamente el 15% de las especies del planeta, distribuidas en una gran variedad de *habitats*. Esa rica biodiversidad está presente en seis grandes biomas continentales: Amazonia, Mata Atlántica, Caatinga, Cerrado, Pampa y Pantanal. Además, el país se caracteriza por grandes cuencas fluviales, como las del Amazonas, Tocantins-Araguaia, Parnaíba, São Francisco, Paraíba do Sul y Paraná-Paraguay, y posee un extenso litoral de más de 8.000 km. El equilibrio fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas brasileños depende de la preservación de un gran número de especies vegetales y animales (Artaxo, 2020).

Según el IPCC (2022), hasta el 85% de los sistemas naturales (especies vegetales y animales, hábitats y comunidades) de la región podrían verse afectados negativamente por el cambio climático. Algunos biomas brasileños, como la Mata Atlántica, están particularmente amenazados, con menos del 12% de su cobertura nativa original remanente, ahora representada por remanentes discontinuos

e inconexos, como destacan Ribeiro *et al.* (2009), que señalan que esas áreas remanentes están esparcidas en pequeños fragmentos de bosque, un hecho que dificultaría, por ejemplo, la migración de las especies para ser más adaptables a los cambios de su ambiente.

El Informe PBMC (2014b) muestra que el Cerrado y la Caatinga también se enfrentan a una gran vulnerabilidad, con más del 50% de esos biomas ya convertidos en zonas urbanas, pastizales o tierras agrícolas, a menudo degradadas y abandonadas. La Mata Atlántica y el Cerrado destacan como *hotspots* susceptibles de sufrir una rápida y extensa pérdida de *habitats* (PBMC, 2013).

En las regiones donde la deforestación ha sido más intensa, el cambio climático está teniendo un impacto significativo en la biodiversidad. Las especies más sensibles, sobre todo las que dependen de entornos más fríos, como las que habitan en las cumbres de las montañas, se enfrentan a importantes problemas de adaptación a medida que las temperaturas siguen subiendo (PBMC, 2013).

Si la velocidad del cambio climático supera la capacidad de migración, las especies endémicas corren el riesgo de desaparecer de la región. Los bosques húmedos también están amenazados, ya que se prevé una reducción gradual de las precipitaciones y una prolongación de la estación seca, especialmente en el sur y el sureste de la región amazónica (PBMC, 2013). Tales consecuencias podrían ser aún más rápidas para las especies ya amenazadas.

En cuanto a la susceptibilidad brasileña, es importante señalar que, según ICMBio (2024), Brasil tiene 1.253 especies de animales categorizadas como amenazadas. ICMBio comparte ahora esos datos en un sistema interactivo llamado SALVE, que clasifica las especies “amenazadas” como en *peligro crítico* (CR), *en peligro* (EM) y *vulnerables* (VU). Si se considera la flora brasileña, el número de especies vegetales en peligro asciende a 3.207, totalizando 4.460 especies amenazadas (ICMBio, 2024). Esas cifras se pueden ver y desglosar por especies en el Gráfico 1.

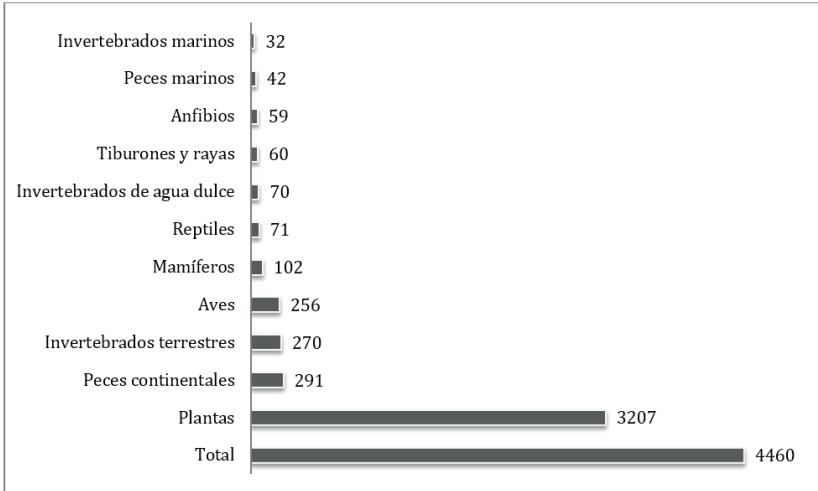


Gráfico 1. Datos de ICMBio sobre especies amenazadas en Brasil.

Fuente: elaboración propia con datos de ICMBio (2024).

Según la International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2023), Brasil tiene 2.435 especies en su lista roja. La IUCN consolida datos de 1993-2023 y, al igual que ICMBio, también considera especies en peligro crítico, en peligro y vulnerables. El gráfico 2 analiza los datos de la IUCN.

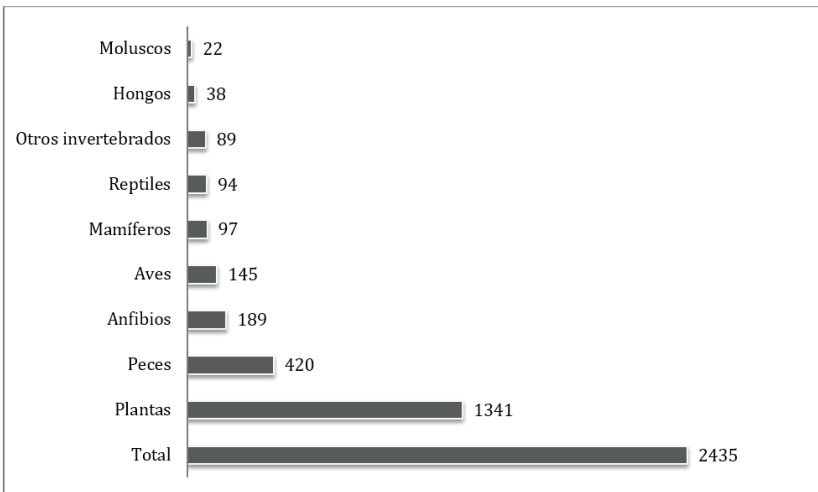


Gráfico 2. Datos de la IUCN sobre especies amenazadas en Brasil.

Fuente: elaboración propia con datos de la IUCN (2023).

La cifra de la IUCN es inferior a la consolidada por el organismo brasileño, lo que puede representar una mayor precisión de los datos nacionales locales, especialmente en lo que respecta a las especies vegetales amenazadas.

También se observa que existe una diferencia en la categorización de las especies a la hora de presentar los datos. Si se trabaja con el conjunto de datos y se planifican esas categorizaciones, resulta posible comparar los datos presentados por ICMBio y la IUCN (Gráfico 3).

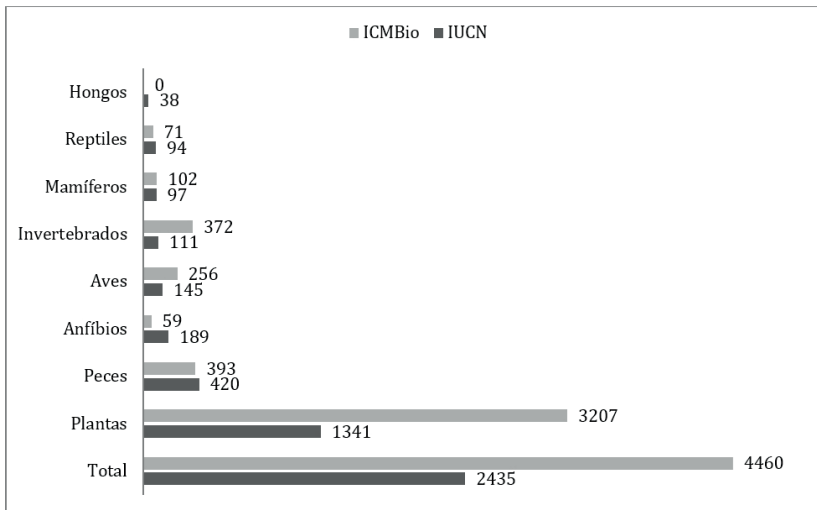


Gráfico 3. Comparación entre los datos de ICMBio y los de la IUCN.
Fuente: elaboración propia.

Es importante contextualizar que Brasil es el segundo país de Sudamérica con más especies amenazadas (Tabla 1).

Tabla 1. *Ranking* del número de especies amenazadas por país de Sudamérica

Posición	País	Número de especies amenazadas
1º	Ecuador	2707
2º	Brasil	2435
3º	Colombia	1721
4º	Perú	1000
5º	Venezuela	905
6º	Bolivia	495
7º	Argentina	396

8º	Chile	306
9º	Guyana	219
10º	Uruguay	142
11º	Guayana Francesa	141
12º	Surinam	132
13º	Paraguay	96

Fuente: elaboración propia con datos de la IUCN (2023).

Ampliando el área de análisis a una perspectiva global con datos de la IUCN (2023), se observa que Brasil es el cuarto país con más especies amenazadas del mundo (Tabla 2).

Tabla 2. Los diez países con más especies amenazadas del mundo

<i>Ranking</i>	País	Número de especies amenazadas
1º	Madagascar	3791
2º	Ecuador	2707
3º	México	2586
4º	Brasil	2435
5º	Indonesia	2432
6º	Malasia	2138
7º	EE.UU.	1993
8º	Australia	1890
9º	Filipinas	1765
10º	Colombia	1721

Fuente: elaboración propia con datos de la IUCN (2023).

Por otro lado, la IUCN también proporciona datos muy importantes, el Índice de la Lista Roja (RLI), que analiza las tendencias en el tiempo del riesgo global de extinción de grupos de especies. El índice de Brasil es de 0,9 (IUCN, 2023).

Un valor de RLI de 1 indica que todas las especies están clasificadas como de preocupación menor, es decir, que no se espera que se extingan en un futuro próximo. Un RLI de 0 corresponde a la extinción de todas las especies. Un RLI constante a lo largo del tiempo indica que el riesgo global de extinción del grupo permanece invariable (IUCN, 2023). Si el índice de pérdida de biodiversidad disminuye, el RLI muestra una tendencia al alza. Actualmente, el RLI sólo está disponible para cinco grupos taxonómicos (aquellos en los que todas las especies

han sido evaluadas al menos dos veces): aves, mamíferos, anfibios, cícadas y corales formadores de arrecifes de aguas cálidas.

Los valores indexados para generar el RLI de Brasil consideraron 706 mamíferos, 1.824 aves, 882 anfibios, 18 corales y 5 plantas cícadas (IUCN, 2023).

La tendencia del RLI brasileño es de declive, lo que significa que existe un riesgo real de que todas las especies se extingan a largo plazo si no se hace nada para cambiar esa tendencia. A eso se añade el hecho de que el país cuenta con un número considerable de especies en peligro de extinción, lo que lo convierte en el segundo país de Sudamérica con más especies amenazadas y el cuarto del mundo.

Tales datos demuestran la susceptibilidad del país a las proyecciones climáticas y sus consecuencias para la biodiversidad, lo que obliga a responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Existen suficientes apoyos normativos en la política climática nacional y en la legislación federal para proteger a las especies amenazadas ante los escenarios climáticos?

5 De las normatividades de la Política Nacional sobre el Cambio Climático y de la protección en las legislaciones federales para la biodiversidad

Brasil desempeña un papel crucial en el cambio climático, participando activamente en foros mundiales y conferencias internacionales sobre el tema. Como pionero, firmó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 1994.

El país ha consolidado instrumentos para hacer frente al cambio climático, con su agenda climática desarrollada a través de debates internacionales y posiciones políticas estratégicas (Fenner, 2011).

La primera iniciativa legislativa relacionada con el cambio climático fue el Decreto de 7 de julio de 1999, por el que se creó la Comisión Interministerial de Cambio Climático (Brasil, 1999).

En 2007, el Decreto n. 6.263 creó la Comisión Interministerial de Cambios Climáticos (CIM) y orientó la elaboración del Plan Nacional de Cambios Climáticos, además de crear el Foro Brasileño de Cambios Climáticos (FBMC) (Brasil, 2007).

El Plan Nacional de Cambio Climático fue lanzado en 2008, culminando en la Política Nacional de Cambio Climático (PNMC), a través de la Ley n. 12.187/2009, reglamentada por el Decreto n. 7.390/2010. Los objetivos centrales de ese plan son reducir la deforestación, mejorar la eficiencia energética e invertir en energías renovables (Brasil, 2009c).

El PNMC tiene los siguientes ejes centrales: mitigación; vulnerabilidad, impacto y adaptación; investigación y desarrollo; y formación y divulgación, dirigidos a la colaboración global en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y a la preparación nacional para hacer frente a los impactos del cambio climático (Brasil, 2009c). La promulgación de la PNMC pone de relieve la importancia política de Brasil, que refleja su preocupación por el cambio climático, incluso frente a los tratados mundiales no vinculantes sobre el tema (Romeiro; Parente, 2011).

La especialización sectorial se hizo necesaria en el ordenamiento jurídico brasileño para perfeccionar las formulaciones del PNMC. Se han establecido varios planes sectoriales, como el Plan ABC para la agricultura, el Plan Decenal de Energía para el sector energético y el Plan Sectorial de Transporte y Movilidad Urbana para la mitigación y adaptación al cambio climático en el sector del transporte.

Entre 2009 y 2010, hubo una intensa producción legislativa sobre cambio climático, incluyendo la creación del Fondo Nacional de Cambio Climático por la Ley n. 12.114/2009, reglamentada por el Decreto n. 7.343/2010. Ambos instrumentos, previstos por la PNMC, tenían como objetivo financiar proyectos de mitigación y adaptación.

En 2016, la crisis económica, política y social supuso un importante reto para las políticas ambientales. Ese año se aprobó el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNA) mediante la Orden Ministerial n. 150/2016, destinado a reducir la vulnerabilidad al cambio climático mediante la participación de la sociedad civil, el sector privado y los gobiernos estatales (Brasil, 2016).

Dados esos antecedentes históricos, al analizar la PNMC en busca de normas destinadas a proteger la biodiversidad se obtienen los siguientes resultados:

- La PNMC no utiliza directamente los términos “biodiversidad”, “animales en peligro”, “fauna” o “flora”. La ley trata el tema de forma indirecta u ocasional, citando textualmente las expresiones “sistemas naturales”, “recursos ambientales”, “biomas naturales”, “cubierta vegetal”, “sistemas ambientales” y “biomas”. Las normativas indirectas están relacionadas con la presentación en la ley de dos objetivos, una directriz y dos instrumentos jurídicos establecidos en la política nacional.
- El art. 4, IV, de la PNMC, al presentar uno de los objetivos, especifica que la Política Nacional buscará la preservación, conservación y recuperación de los recursos ambientales, con especial atención a los grandes biomas naturales considerados patrimonio nacional (Brasil, 2009c). Tal normativa apunta indirectamente a la preservación, conservación y recuperación de la biodiversidad como objetivos.

- El inc. VII de la misma disposición legal establece como objetivos la consolidación y ampliación de las áreas legalmente protegidas y el fomento a la reforestación y a la restauración de la cobertura vegetal en áreas degradadas (Brasil, 2009c). Ese objetivo atiende indirectamente a la necesidad de recuperar especies vegetales en el país.
- En su art. 5, III, la PNMC estableció como directriz el desarrollo de medidas de adaptación para reducir los efectos adversos del cambio climático y la vulnerabilidad de los sistemas ambiental, social y económico (Brasil, 2009c). Cuando aborda el desarrollo de medidas de adaptación para reducir los efectos del cambio climático sobre los sistemas ambientales, el Plan Nacional está abordando indirectamente la necesidad de reducir también los efectos sobre la biodiversidad.
- Por fin, el art. 6, III, establece como instrumento los Planes de Acción para la Prevención y el Control de la Deforestación en los biomas. Tal reglamento también tiene como objetivo indirecto la preservación de la flora nacional (Brasil, 2009c).

Cuadro 2. Análisis de la legislación relacionada con la biodiversidad en el PNMC

Normativa centrada indirectamente en la biodiversidad
Preservación, conservación y recuperación “de los recursos ambientales, con especial atención a los principales biomas naturales” ³ (art. 4, VI, traducción libre).
Recuperación de especies vegetales en el país, mediante la consolidación y ampliación de “áreas legalmente protegidas y el fomento de la reforestación y la restauración de la cubierta vegetal en áreas degradadas” ⁴ (art. 4, VII, traducción libre).
Reducción de los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad mediante la adopción de “medidas de adaptación para reducir los efectos adversos del cambio climático y la vulnerabilidad del sistema ambiental [...]” ⁵ (art. 5, III, traducción libre).
Preservación de la flora nacional, a través de los “Planes de Acción para la Prevención y el Control de la Deforestación en los biomas” ⁶ (art. 6, III, traducción libre).

Fuente: elaboración propia a partir de Brasil (2009c).

³ Del original: “dos recursos ambientais, com particular atenção aos grandes biomas naturais”.

⁴ Del original: “das áreas legalmente protegidas e ao incentivo aos reflorestamentos e à recomposição da cobertura vegetal em áreas degradadas”.

⁵ Del original: “medidas de adaptação para reduzir os efeitos adversos da mudança do clima e a vulnerabilidade do sistema ambiental [...]”.

⁶ Del original: “Planos de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento nos biomas”.

A pesar de la presencia de legislación indirecta dirigida a la protección de la biodiversidad en la PNMC, Brasil cuenta con numerosas leyes federales específicas que regulan diversos aspectos relacionados con la materia. A continuación, se presenta un breve resumen histórico, en orden cronológico, de las leyes federales destinadas a la protección de la biodiversidad:

1. En 1967, la Ley n. 5.197 empezó a proteger la fauna y establecer normas para la caza, prohibir la caza profesional y el comercio no autorizado, promover la creación de reservas y parques biológicos y hacer hincapié en la educación ambiental (Brasil, 1967).
2. Brasil ratificó la Convención de Washington sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), promulgada por el Decreto n. 76.623/1975. La CITES, al regular y supervisar el comercio internacional de plantas y animales, empezó a ofrecer protección especial a los amenazados para evitar niveles insostenibles de comercio. Posteriormente, la CITES se aplicó mediante el Decreto n. 3.607/2000, que otorgó al Instituto Brasileño de Medio Ambiente y Recursos Naturales Renovables (IBAMA) la autoridad administrativa para hacer cumplir la ley (Brasil, 2000a).
3. La Ley n. 6.938/1981 establece la Política Nacional del Medio Ambiente, sus objetivos y mecanismos de formulación y aplicación (Brasil, 1981).
4. La Ley n. 7.643/1987 estableció la prohibición de la pesca de cetáceos en el país (Brasil, 1987).
5. La Constitución Federal de 1988, en su art. 225, VII, elevó a rango constitucional la protección ambiental, destacando la obligación de preservar la diversidad y proteger la fauna y la flora del país (Brasil, 1988).
6. El Brasil ratificó en 1994 el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) mediante el Decreto Legislativo n. 2/1994. En su art. 8, el CDB establece la obligación de los países de recuperar y restaurar los ecosistemas degradados y promover la recuperación de las especies amenazadas mediante la elaboración y aplicación de planes y otras estrategias de gestión (Brasil, 1994).
7. La Ley n. 9.605/1998 definió los crímenes ambientales relacionados con la fauna, como la caza ilegal, el maltrato y la pesca no autorizada, con excepciones para casos concretos. Esa ley aumenta específicamente las penas para las conductas ilegales, que se penalizan con mayor severidad si se dirigen contra especies amenazadas (Brasil, 1998). La previsibilidad de la agravación consiste en una norma penal que necesita ser complementada, lo que se hizo recientemente mediante la Ordenanza n. 148/2022, que enumera las especies amenazadas del país a efectos legales (Brasil, 2022).

8. Con el cambio de siglo, fue promulgada la Ley n. 9.985/2000, que estableció el Sistema Nacional de Unidades de Conservación de la Naturaleza (SNUC), que pasó a buscar fundamentalmente la conservación de las diferentes variedades de especies biológicas y recursos genéticos, la preservación y recuperación de la diversidad de los ecosistemas naturales y la promoción del desarrollo sostenible basado en los recursos naturales (Brasil, 2000b).
9. El Decreto n. 4.339/2002 incorporó al ordenamiento jurídico la Política Nacional de Biodiversidad (PNB), que es la legislación más robusta en términos de principios y directrices sobre el tema, y representa un amplio objeto de estudio y análisis para los artículos que se producirán (Brasil, 2002).
10. En 2006, la Ley de la Mata Atlántica (Ley n. 11.428/2006) estableció directrices para la protección y utilización de los recursos del bioma, con el fin de garantizar los derechos y responsabilidades de los ciudadanos y organismos públicos en relación con la explotación sostenible de la Mata Atlántica. El objetivo de la legislación es preservar la biodiversidad, la salud humana, los valores paisajísticos, el régimen hídrico y la estabilidad social en uno de los biomas más degradados del país (Brasil, 2006).
11. La Ley n. 11.959/2009 aprobó el Código de Pesca, estableciendo la Política Nacional para el Desarrollo Sostenible de la Acuicultura y la Pesca, que trata de las temporadas de caza, restricciones, prohibiciones y regulaciones comerciales, así como la protección de la fauna acuática nacional (Brasil, 2009a).
12. Más recientemente, en 2012, envuelto en un amplio debate público, se estableció el Código de los Nuevos Bosques mediante la Ley n. 12.651. El código derogó el anterior, de 1965, y ahora define las áreas de preservación permanente como bosques y otras formas de vegetación natural destinadas a albergar especímenes de fauna o flora en peligro de extinción (Brasil, 2012).
13. En 2015, se sancionó la Ley de Biodiversidad (Ley n. 13.123), que ahora prevé el acceso al patrimonio genético, la protección y el acceso a los conocimientos tradicionales asociados y la distribución de beneficios para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, regulando todos los aspectos relacionados con las actividades científicas, la investigación y el desarrollo del patrimonio genético de especies de la biodiversidad brasileña (Brasil, 2015a).
14. Además de la legislación mencionada, en 2017 se presentó la Estrategia Nacional de Biodiversidad y Plan de Acción (ENBPA), una herramienta integral para coordinar las iniciativas nacionales destinadas a conservar la biodiversidad, promover el uso sostenible de sus componentes y garantizar una distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su uso. También tiene la

función de supervisar el progreso de las acciones de Brasil, según lo descrito en su Plan de Acción para la Biodiversidad (Brasil, 2017).

Como análisis crítico, el conjunto de la normativa federal revela una situación paradójica: abundancia de legislación con falta de integración. Aunque Brasil cuenta con más de 15 instrumentos normativos federales directamente relacionados con la protección de la biodiversidad, el vínculo entre las políticas climáticas y la conservación de las especies amenazadas sigue siendo fragmentario e insuficiente.

La PNMC menciona la protección de la biodiversidad sólo de forma genérica, sin establecer mecanismos específicos para las especies amenazadas. Esa laguna resulta especialmente problemática si se tiene en cuenta que las proyecciones climáticas indican impactos diferenciados por especies y regiones.

Por otro lado, el SNUC (Ley n. 9.985/2000) y la Ley de Protección de la Fauna (Ley n. 5.197/1967) no incorporan criterios de vulnerabilidad climática a la hora de definir las prioridades de conservación.

Aunque la Ley n. 12.114/2009 creó el Fondo Nacional de Cambio Climático (Brasil, 2009b), su dotación presupuestaria sigue siendo insuficiente para hacer frente a la magnitud de los desafíos identificados, y en el marco de la legislación brasileña la distribución de competencias entre el ICMBio, el IBAMA y los órganos estatales crea solapamientos y lagunas que comprometen la eficacia de las acciones.

Por lo tanto, es necesario problematizar el hecho de que, aunque Brasil cuente con un amplio marco jurídico destinado a proteger la biodiversidad y las especies en peligro de extinción frente a los escenarios climáticos, la existencia de esas normas no garantiza, por sí sola, su aplicación efectiva ni el cumplimiento de los objetivos legales. Esa constatación abre un campo relevante para la investigación científica en el país, especialmente ante la siguiente pregunta: Considerando la amplia legislación y el apoyo federal que existe para la protección de la biodiversidad en Brasil, ¿qué evidencias demuestran, o no, la eficacia de esas normas?

En ese contexto, se destaca la importancia de los avances normativos que establezcan mecanismos legales capaces de incorporar obligatoriamente los escenarios climáticos en las políticas de conservación. Además, es esencial desarrollar criterios legales que permitan la reclasificación periódica de las especies en función de los cambios en su vulnerabilidad climática, así como la creación de fuentes de financiación específicas destinadas exclusivamente a proteger las especies amenazadas por el cambio climático.

Conclusión

Para presentar una caracterización concluyente de la obra, se retoman las preguntas iniciales planteadas por la investigación.

El análisis confirma parcialmente la hipótesis central de esta investigación, revelando que Brasil tiene un amplio marco normativo para la protección de la biodiversidad, pero con lagunas críticas en la integración de las políticas climáticas y la conservación de especies amenazadas.

En cuanto a los escenarios climáticos, existen pruebas fehacientes de tendencias al aumento de las temperaturas medias, que varían hasta 2 °C más en un escenario optimista y 7 °C más en un escenario pesimista, así como un aumento de las noches calurosas y de los fenómenos extremos y cambios significativos en los índices de pluviosidad.

Una revisión de la literatura científica revela de forma incontrovertible que el cambio climático supone una grave amenaza para la biodiversidad mundial. Los estudios examinados ponen de relieve los diversos impactos del cambio climático sobre las especies, desde alteraciones de los ecosistemas terrestres, marinos y de agua dulce hasta alarmantes proyecciones de extinción de especies endémicas en todo el mundo.

Incluso un calentamiento global moderado podría poner en peligro la supervivencia de muchas especies, y las proyecciones indican una pérdida de biodiversidad potencialmente alarmante.

En el contexto brasileño, los estudios indican que el país es especialmente vulnerable a los efectos de los cambios climáticos, con importantes *hotspots* de biodiversidad amenazados.

El análisis de los datos presentados pone de manifiesto la grave situación a la que se enfrenta la biodiversidad en Brasil ante los cambios climáticos. La pérdida de *habitats* debido a la expansión agropecuaria, la urbanización y otras formas de uso del suelo pone en riesgo a miles de especies en todos los biomas del país. Esa amenaza es aún más preocupante si se tiene en cuenta la riqueza única de la biodiversidad brasileña, que alberga una parte significativa de las especies del planeta.

Las alarmantes cifras de especies amenazadas, según datos tanto del ICMBio como de la IUCN, refuerzan la urgencia de una acción eficaz para proteger la fauna y flora brasileñas. La tendencia a la baja del Índice de la Lista Roja (RLI) de Brasil pone de relieve la gravedad de la situación y la necesidad de medidas de conservación más sólidas y amplias.

Los estudios revisados también ponen de relieve la urgente necesidad

de políticas eficaces para mitigar los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad. La falta de una legislación adecuada y de políticas climáticas específicas para proteger a las especies amenazadas es una laguna preocupante que debe abordarse con urgencia.

Ante ese preocupante escenario, se plantea la cuestión crucial de la adecuación de los soportes normativos de la política climática nacional y de la legislación federal para hacer frente a los desafíos impuestos por el cambio climático a la biodiversidad brasileña.

A pesar de la presencia de sólo normas indirectas en el PNMC, un análisis exhaustivo de la legislación brasileña revela un numeroso marco normativo para la protección de la biodiversidad y las especies en peligro de extinción. Desde las primeras leyes de protección de la fauna y la flora hasta las estrategias y planes de acción más recientes, Brasil ha demostrado un compromiso constante con la conservación de su rico patrimonio ambiental.

La Política Nacional de Cambio Climático (PNMC), aunque no aborda directamente el término “biodiversidad”, presenta objetivos, directrices e instrumentos que indirectamente pretenden proteger y conservar los recursos naturales, incluidos los principales biomas y la flora nacional.

Los resultados mostraron que, a pesar del número de normativas destinadas a la biodiversidad, existen carencias normativas estructurales que ponen en peligro la capacidad de respuesta ante los escenarios climáticos previstos para el siglo XXI.

Esa insuficiencia se deriva de la falta de protección adecuada de las especies amenazadas ante los escenarios climáticos previstos para el siglo XXI, y se manifiesta en tres dimensiones principales: (a) desarticulación entre las políticas climática y de biodiversidad; (b) ausencia de mecanismos de adaptación en la legislación; y (c) insuficiencia de los recursos financieros e institucionales disponibles.

Hay pruebas de que la mera existencia de abundante legislación no garantiza una protección eficaz cuando se produce un desajuste entre los riesgos emergentes y los instrumentos reguladores. Se necesitan futuros estudios para evaluar la eficacia práctica de las políticas existentes, la adecuación de la legislación a un nivel más regionalizado, estatal y municipal, y posibles comparaciones con los marcos reguladores internacionales.

Por lo tanto, aunque Brasil tiene una sólida base jurídica para la protección de la biodiversidad, es necesario un esfuerzo continuo para garantizar que esas leyes se aplican correctamente, se hacen cumplir y se actualizan para hacer frente a los nuevos desafíos, especialmente en el contexto del cambio climático. El análisis de datos y pruebas sobre la eficacia de esas leyes es esencial para orientar políticas

y prácticas de conservación más eficaces y sostenibles.

Por tanto, es necesario avanzar en la comprobación de la eficacia de esas leyes. Sin embargo, esa eficacia no puede medirse únicamente por su cantidad o alcance, sino también por su aplicación efectiva y su impacto real en la conservación de la biodiversidad. Es esencial llevar a cabo futuras investigaciones científicas para evaluar el grado de eficacia y cumplimiento de dichas leyes, así como para identificar lagunas y retos en su aplicación.

Referencias

ADVANI, N. K. Assessing species vulnerability to climate change, and implementing practical solutions. *Biological Conservation*, v. 286, 110284, 2023. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320723003853?via%3Dihub>. Acceso: 10 de julio. 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. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/ea/a/TRsRMLDdxzRsz85QNYFQBHs/abstract/?lang=pt>. Acceso: 10 de julio. 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. Disponible en: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2005JD006290>. Acceso: 8 de julio. 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. Disponible en: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/DNN/Anterior_a_2000/Dnn07-07-99-2.htm. Acceso: 10 de julio. 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. Disponible en: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decleg/1994/decretolegislativo-2-3-fevereiro-1994-358280-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acceso: 15 de enero. 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. Disponible en: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3607.htm. Acceso: 15 de enero. 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. Disponible en: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4339.htm. Acceso: 15 de enero. 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. Disponible en: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6263.htm. Acceso: 10 de julio. 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. Disponible en: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7390.htm. Acceso: 10 de julio. 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. Acesso: 10 de julho. 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. Acesso: 10 de julho. 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. Acesso: 15 de enero. 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. Acesso: 15 de enero. 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. Acesso: 15 de enero. 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. Acesso: 15 de enero. 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. Acesso: 8 de julho. 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. Acesso: 15 de enero. 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. Acesso: 15 de enero. 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. Acesso: 15 de enero. 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. Acesso: 15 de enero. 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. Acesso: 16 de enero. 2024.

BRASIL. *Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009*. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNUMC e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2009c. Disponível en: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acceso: 15 de enero. 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 en: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acceso: 16 de enero. 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 en: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13123.htm. Acceso: 16 de enero. 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 en: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>. Acceso: 10 de julio. 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 en: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencvms/legislacao/portarias/migracao/Portaria_MMA_n_150_de_10052016.html. Acceso: 10 de julio. 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 en: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2012.1890>. Acceso: 10 de enero. 2024.

FENNER, A. L. D. *Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNUMC: 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 en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0065427>. Acceso: 10 de julio. 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 en: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/10-2213.1>. Acceso: 10 de julio. 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: 12 de enero. 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: 11 de enero. 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: 20 de diciembre. 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: 10 de enero. 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://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1523-1739.2006.00364.x>. Acesso: 10 de julio. 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: 8 de julio. 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://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.1584>. Acesso: 8 de enero. 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: 8 de enero. 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. Disponible en: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/joc.1863>. Acceso: 8 de enero. 2024.

MOSS, R. *et al.* The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, v. 463, p. 747-756, 2010. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nature08823>. Acceso: 5 de enero. 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. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169411002599>. Acceso: 5 de enero. 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. Disponible en: <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1605516113>. Acceso: 5 de enero. 2024.

NOBRE, C. A. *et al.* Vulnerabilidades das megacidades 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. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nclimate2448>. Acceso: 7 de enero. 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. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320709000974>. Acceso: 10 de julio. 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. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-009-9742-8>. Acceso: 5 de enero. 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. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921818112002172>. Acceso: 6 de enero. 2024.

STEFFEN, W. *et al.* Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science*, v. 347, n. 6223, 2015. Disponible en: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1259855>. Acceso: 7 de enero. 2024.

THOMAS, C. D. *et al.* Extinction risk from climate change. *Nature*, v. 427, n. 6970, p. 145-148, 2004. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nature02121>. Acceso: 8 de julio. 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. Disponible en: <https://journals.plos.org/plos-biology/article?id=10.1371/journal.pbio.0060325>. Acceso: 10 de julio. 2025.

SOBRE LOS AUTORES

Rômulo Lima Silva de Góis

Doctor en Ciencias Ambientales por la Universidade Nova de Lisboa (UNL), Lisboa, Portugal. Especialista en Alteraciones Climáticas y Políticas de Desarrollo Sostenible por la Universidade de Lisboa (ULISBOA), Lisboa, Portugal. Especialista en Derecho Constitucional por la ULISBOA. Licenciado en Derecho por el Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-RN), Natal/RN, Brasil. Profesor en el Programa de Maestría y Doctorado en Desarrollo y Medio Ambiente (PRODEMA) y en el Programa de Maestría Profesional en Administración Pública (PROFIAP) de la Universidade Federal de Sergipe (UFS), Aracaju/SE, Brasil.

João Vitor Gobis Verges

Doctor en Alteraciones Climáticas y Políticas de Desarrollo Sostenible por la Universidade de Lisboa (ULISBOA), Lisboa, Portugal. Doctor en Geografía por la Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Presidente Prudente/SP, Brasil. Magíster en Geografía por la Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Francisco Beltrão/PR, Brasil. Licenciado y Bachiller en Geografía por la UNESP. Profesor en el Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Campinas/SP, Brasil. Profesor en la Maestría Académica en Geografía de la Universidade Federal de Rondonópolis (UFR), Rondonópolis/MT, Brasil.

Participación de los autores

Ambos autores han contribuido por igual a este artículo.

Cómo citar este artículo (ABNT):

GÓIS, R. L. S.; VERGES, J. V. G. Crises climática y especies amenazadas: normatividad federal brasileña. *Veredas do Direito*, Belo Horizonte, v. 22, e222696, 2025. Disponible en: <http://www.domhelder.edu.br/revista/index.php/veredas/article/view/2696>. Acceso: día de mes. año.