

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E BIODIVERSIDADE: DESAFIOS E IMPACTOS NOS BIOMAS BRASILEIROS

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8141124021011>

Data de aceite: 16/11/2024

Igor Araújo

Instituto Federal Goiano – IFGOIANO,
Campus Ceres

RESUMO: Este trabalho apresenta uma revisão bibliográfica sobre os impactos das mudanças climáticas na biodiversidade dos biomas brasileiros, com foco no Cerrado, na Amazônia e na Mata Atlântica. A pesquisa destaca como as alterações nos padrões climáticos, incluindo o aumento das temperaturas e a modificação nos regimes de precipitação, afetam diretamente a flora e a fauna desses ecossistemas. No Cerrado, a combinação de secas mais intensas e a fragmentação de habitats resultam em riscos crescentes para espécies nativas, como o tamanduá-bandeira. Na Amazônia, eventos de seca e a savanização de áreas florestais ameaçam espécies endêmicas, como o boto-cor-de-rosa, e agravam os efeitos do desmatamento. Na Mata Atlântica, as mudanças climáticas alteram a fenologia das espécies, colocando em risco sua sobrevivência e integridade ecológica. A revisão também enfatiza a interconexão entre as mudanças climáticas e outras ameaças à biodiversidade, como

a introdução de espécies invasoras e o desmatamento. Diante desses desafios, são necessárias estratégias de conservação que considerem as complexas interações entre os fatores climáticos e antrópicos, além de pesquisas contínuas para abordar lacunas no conhecimento. A proteção da biodiversidade é crucial para a resiliência dos ecossistemas e para a sustentabilidade dos serviços ambientais essenciais à vida humana.

PALAVRAS-CHAVE: Mudanças climáticas, Biodiversidade, Cerrado, Amazônia, Mata Atlântica, Conservação.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas representam um dos maiores desafios ambientais, sociais e econômicos do século XXI (ARTAXO, 2020) com impactos diretos e significativos sobre a biodiversidade global. O aumento das emissões de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono e metano, associado às atividades humanas, tem provocado alterações na temperatura média do planeta, padrões de precipitação, níveis do mar e frequência de

eventos climáticos extremos (DE OLIVEIRA et al., 2022). Essas mudanças não apenas ameaçam a sobrevivência de inúmeras espécies, mas também comprometem a integridade de ecossistemas inteiros, colocando em risco os serviços ecossistêmicos que sustentam a vida na Terra.

A biodiversidade, definida pela variedade de formas de vida em todos os níveis de organização biológica, desempenha um papel fundamental na manutenção do equilíbrio dos ecossistemas (OLIVEIRA; PIETRAFESA; DA SILVA BARBALHO, 2008). No entanto, os impactos das mudanças climáticas estão alterando habitats naturais, modificando ciclos reprodutivos e migratórios, e promovendo a extinção de espécies em ritmo acelerado (GARCIA, 2016). Biomas altamente vulneráveis, como as tundras e florestas tropicais, já apresentam sinais evidentes de deterioração, enquanto espécies com baixa capacidade adaptativa enfrentam riscos iminentes de desaparecimento (LI et al., 2018).

Além dos efeitos diretos sobre os ecossistemas, as mudanças climáticas interagem com outras ameaças à biodiversidade, como desmatamento, fragmentação de habitats e espécies invasoras, exacerbando os desafios de conservação (OLIVER; MORECROFT, 2014; HE et al., 2019). Diante desse cenário, surge a necessidade de ações urgentes e coordenadas que aliem mitigação e adaptação. Estratégias como a restauração ecológica, criação de corredores ecológicos, conservação *ex situ* e adoção de políticas públicas baseadas em ciência são fundamentais para enfrentar os impactos das mudanças climáticas na biodiversidade (TOWNSEND; MASTERS, 2015; TRAYLOR-HOLZER; LEUS; BYERS, 2020).

Este capítulo busca explorar a complexa relação entre mudanças climáticas e biodiversidade, apresentando as principais evidências científicas, impactos ecológicos e estratégias para a mitigação e adaptação a esse cenário desafiador. Ao refletir sobre as interações entre esses fenômenos, pretende-se destacar a importância de iniciativas globais e locais para proteger o patrimônio natural e garantir a resiliência dos ecossistemas frente às transformações climáticas.

METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo foi baseada em uma revisão bibliográfica, com foco em publicações científicas e materiais relevantes produzidos entre os anos de 2010 e 2024. Essa abordagem teve como objetivo identificar lacunas no conhecimento e sintetizar os principais avanços na área de interesse (MARTINS & THEÓPHILO, 2009).

O tema de pesquisa foi inicialmente delimitado com foco na análise dos impactos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade dos biomas brasileiros, com ênfase no Cerrado, na Amazônia e na Mata Atlântica, abordando três aspectos específicos: as alterações em habitats naturais, os efeitos sobre a distribuição e sobrevivência das espécies, e a interação das mudanças climáticas com outras ameaças, como desmatamento

e espécies invasoras. Esses aspectos foram escolhidos com base na relevância científica e na urgência das questões relacionadas à conservação da biodiversidade no contexto atual. A partir dessa delimitação, foram estabelecidos os seguintes objetivos para a revisão: (1) identificar as evidências científicas mais recentes, publicadas entre 2010 a 2024, sobre os impactos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade dos biomas brasileiros, com ênfase no Cerrado, na Amazônia e na Mata Atlântica; (2) avaliar as principais estratégias de mitigação e adaptação propostas para enfrentar esses impactos; (3) analisar as lacunas no conhecimento científico que possam orientar futuras investigações; e (4) sintetizar os avanços na compreensão das interações entre mudanças climáticas e biodiversidade, com ênfase em biomas brasileiros, como Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica.

Foram utilizadas bases de dados acadêmicas renomadas, como Scopus, Web of Science, PubMed, SciELO e Google Scholar, para localizar artigos científicos, livros, teses e dissertações. Além disso, relatórios técnicos de instituições governamentais e não governamentais também foram incluídos quando pertinentes. Para garantir a relevância e a qualidade das fontes, foram adotados critérios específicos de inclusão e exclusão. Os critérios de inclusão consideraram publicações no período entre 2010 a 2024, estudos revisados por pares, trabalhos que abordam diretamente o tema em análise e documentos disponíveis em inglês e português. Por outro lado, foram excluídas fontes com informações superficiais ou desatualizadas, bem como estudos que não apresentaram metodologia clara.

As palavras-chave relacionadas ao tema foram combinadas utilizando operadores booleanos, como “and”, “or” e “not”. Os títulos e resumos dos materiais recuperados foram inicialmente analisados para triagem, e os estudos completos foram revisados posteriormente para garantir a pertinência e a profundidade das informações. As informações extraídas dos estudos selecionados foram organizadas em categorias temáticas, permitindo a identificação de tendências, padrões e divergências no corpo de conhecimento. O processo de análise incluiu a comparação crítica dos resultados, buscando alinhamento com os objetivos estabelecidos. Softwares como Mendeley e Zotero foram utilizados para gerenciar as referências bibliográficas, facilitando a organização e a padronização das fontes. O período de análise, compreendido entre 2010 a 2024, foi escolhido para abranger os avanços mais recentes na área, incluindo publicações que incorporam novas tecnologias, descobertas e políticas. Essa escolha assegurou que o estudo refletisse o estado mais atualizado do conhecimento, aspecto essencial para a construção de conclusões robustas e fundamentadas.

RESULTADOS

Os resultados deste trabalho, baseados na revisão bibliográfica, revelaram impactos significativos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade dos biomas brasileiros, com ênfase no Cerrado, na Amazônia e na Mata Atlântica.

Cerrado

No Cerrado, as mudanças climáticas têm provocado uma alteração no regime de chuvas e um aumento nas temperaturas, resultando em secas mais intensas e frequentes (DOS SANTOS et al., 2021; MARENGO et al., 2022). Essas condições climáticas adversas têm contribuído para a degradação de habitats e um aumento na frequência de incêndios, que afetam a flora e a fauna local. Espécies nativas, como o lobo-guará e o tamanduá-bandeira, enfrentam pressões crescentes devido à perda de habitat e à fragmentação das áreas de vegetação (QUINTINO et al., 2024). Além disso, as mudanças no clima favorecem a introdução de espécies exóticas invasoras, que competem com as espécies nativas por recursos, alterando a dinâmica ecológica do bioma (FINCH, 2021). A combinação desses fatores resulta em uma perda de biodiversidade e na diminuição da resiliência dos ecossistemas do Cerrado.

Amazônia

Na Amazônia, os impactos das mudanças climáticas são ainda mais evidentes. O aumento das temperaturas e a alteração nos padrões de precipitação estão intensificando eventos de seca, que têm sido associados à savanização de áreas anteriormente cobertas por florestas (BOTTINO et al., 2024). Esse processo afeta diretamente a biodiversidade, levando à perda de espécies vegetais e animais que dependem de condições úmidas e estáveis. Espécies endêmicas, como o boto-cor-de-rosa e diversas árvores de grande porte, enfrentam riscos elevados de extinção (BRALOWER, 2021). Além disso, a combinação das mudanças climáticas com atividades humanas, como o desmatamento, agrava a vulnerabilidade dos ecossistemas, resultando em uma perda significativa da biodiversidade e na degradação de serviços ecossistêmicos essenciais (ELLWANGER et al., 2020).

Mata Atlântica

Na Mata Atlântica, as mudanças climáticas têm causado alterações nas zonas de distribuição das espécies (LEÃO et al., 2021). O aumento das temperaturas e a mudança nos padrões de chuva afetam a fenologia das plantas e a dinâmica das interações ecológicas, como polinização e dispersão de sementes (SCAVEN et al., 2013). Espécies como a onça-pintada e o mico-leão-dourado estão sob crescente ameaça devido à fragmentação de seus habitats, exacerbada pelas mudanças climáticas (DE HOLANDA LEITE et al., 2021).

O bioma, que já é um dos mais biodiversos do mundo, está em risco de perder ainda mais espécies, especialmente aquelas que são sensíveis a mudanças climáticas e dependem de habitats específicos. As florestas de altitude, em particular, enfrentam a possibilidade de extinção local à medida que as temperaturas aumentam, forçando as espécies a migrar para altitudes mais elevadas que, por sua vez, podem não ser adequadas para sua sobrevivência (GALETTI et al., 2021). Portanto, as mudanças climáticas representam uma ameaça significativa para a biodiversidade dos biomas brasileiros, com impactos diretos e indiretos que comprometem a integridade ecológica e a resiliência desses ecossistemas. A preservação e a conservação da biodiversidade nesses biomas são essenciais para mitigar os efeitos das mudanças climáticas e garantir a sustentabilidade dos serviços ecossistêmicos fundamentais para as populações humanas e a vida no planeta.

Estratégias de mitigação e adaptação

Foram identificadas estratégias promissoras para mitigar os impactos das mudanças climáticas na biodiversidade, incluindo a criação de corredores ecológicos para conectar áreas protegidas, o uso de técnicas de restauração ecológica em biomas degradados e a implementação de políticas públicas baseadas em ciência para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (URBAN et al., 2016; SMITH et al., 2022). No entanto, a revisão também evidenciou a necessidade de maior investimento em pesquisa e monitoramento de longo prazo, especialmente em áreas de alta biodiversidade, como a Amazônia.

Lacunas no conhecimento

Apesar dos avanços científicos, foram identificadas lacunas significativas no conhecimento, como a escassez de estudos regionais detalhados sobre os efeitos sinérgicos das mudanças climáticas com outras pressões ambientais e a falta de dados de longo prazo sobre as respostas adaptativas de espécies e ecossistemas. Os resultados deste trabalho reforçam a urgência de ações integradas para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas à biodiversidade. A combinação de estratégias de mitigação, conservação e educação ambiental surge como uma abordagem essencial para preservar os ecossistemas e garantir a resiliência das espécies frente às transformações climáticas.

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nesta revisão bibliográfica destacam a complexa interação entre as mudanças climáticas e a biodiversidade dos biomas brasileiros, com ênfase no Cerrado, na Amazônia e na Mata Atlântica. A análise evidencia que as alterações climáticas não afetam esses biomas de maneira isolada, mas interagem com outras pressões ambientais e antrópicas, exacerbando a vulnerabilidade da biodiversidade e desafiando as estratégias de conservação.

As mudanças climáticas estão promovendo transformações drásticas nas condições ambientais, resultando em secas, incêndios e alterações nos regimes de precipitação que, por sua vez, afetam diretamente a flora e a fauna dos biomas. No Cerrado, a combinação de aumento das temperaturas e a intensificação das secas leva à degradação dos habitats e à fragmentação das áreas nativas (MARENGO et al., 2022). A perda de espécies icônicas, como o tamanduá-bandeira, é um reflexo das dificuldades enfrentadas por essas espécies em um ambiente em rápida mudança (QUINTINO et al., 2024). Além disso, a introdução de espécies invasoras, impulsionadas pela alteração das condições climáticas, intensifica a competição e agrava a situação da biodiversidade local (FINCH, 2021).

Na Amazônia, os impactos das mudanças climáticas se manifestam de forma ainda mais aguda. A savanização de áreas florestais e os eventos de seca têm consequências devastadoras para a biodiversidade, com a perda de espécies endêmicas que dependem de ecossistemas úmidos (BOTTINO et al., 2024). A sinergia entre o desmatamento, que já é uma ameaça significativa, e as mudanças climáticas agrava a situação, levando a uma diminuição ainda maior da biodiversidade e à perda de serviços ecossistêmicos, como a regulação do clima e a ciclagem de nutrientes. As consequências para a fauna, como a extinção potencial de espécies icônicas, representam não apenas uma perda de biodiversidade, mas também a perda de um patrimônio natural fundamental (ELLWANGER et al., 2020).

Na Mata Atlântica, as mudanças climáticas afetam a fenologia das espécies e suas interações ecológicas, criando um cenário de incerteza sobre a sobrevivência de muitas delas. As alterações nas zonas de distribuição das espécies podem levar à extinção local, especialmente em um bioma já altamente fragmentado. A migração de espécies para altitudes superiores, em resposta ao aumento das temperaturas, pode não ser uma solução viável para todas as espécies, pois muitos habitats de altitude são limitados e já estão sujeitos a pressões adicionais (LEÃO et al., 2021). A fragilidade da Mata Atlântica, que abriga uma biodiversidade rica, requer atenção urgente para garantir que as estratégias de conservação sejam adaptativas e efetivas diante das mudanças climáticas (GALETTI et al., 2021).

Diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas, é fundamental que as estratégias de conservação sejam adaptativas e integradas. A criação de corredores ecológicos e a restauração de habitats degradados emergem como abordagens cruciais para facilitar a movimentação de espécies e a resiliência dos ecossistemas. Além disso, políticas públicas que promovam a conservação da biodiversidade devem ser baseadas em evidências científicas e incluir a participação das comunidades locais. A educação ambiental e a sensibilização para a importância da biodiversidade e das mudanças climáticas são também essenciais para promover a mobilização social em torno da conservação.

Apesar dos avanços na pesquisa sobre mudanças climáticas e biodiversidade, ainda existem lacunas significativas no conhecimento que precisam ser abordadas. Estudos adicionais são necessários para compreender melhor as interações entre mudanças climáticas e outros fatores estressantes, como a urbanização e a poluição, e para avaliar as respostas adaptativas das espécies a essas condições em mudança. O monitoramento contínuo da biodiversidade é crucial para informar estratégias de gestão e conservação, garantindo que sejam efetivas em um cenário de incerteza e mudanças rápidas.

CONCLUSÃO

As mudanças climáticas representam uma ameaça significativa à biodiversidade dos biomas brasileiros, como o Cerrado, a Amazônia e a Mata Atlântica, ao provocar alterações drásticas nos habitats e nas interações ecológicas que sustentam as espécies. A revisão evidenciou a necessidade urgente de estratégias de conservação adaptativas e integradas, que considerem as complexas interações entre fatores climáticos e antrópicos, além da importância de investigações contínuas para preencher lacunas no conhecimento. A proteção da biodiversidade não é apenas essencial para a preservação de espécies, mas também para garantir a resiliência dos ecossistemas e a sustentabilidade dos serviços ambientais que são vitais para a vida humana.

REFERÊNCIAS

ARTAXO, Paulo. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. **Estudos avançados**, v. 34, p. 53-66, 2020.

BOTTINO, Marcus Jorge et al. Amazon savannization and climate change are projected to increase dry season length and temperature extremes over Brazil. **Scientific Reports**, v. 14, n. 1, p. 5131, 2024.

BRALOWER, Timothy; MILLET, April. – Endangered Species and Ecosystems. **Communities in Crisis: Student Voices on Climate Change**, 2021.

DE HOLANDA LEITE, Maria José et al. **Ecologia em foco**. Ampla Editora, 2021.

DE OLIVEIRA, Giovanna Fascina Prado et al. Mudanças Climáticas. **REGRASP- Revista para Graduandos/IFSP-Câmpus São Paulo**, v. 7, n. 2, p. 85-96, 2022.

DOS SANTOS, Gilsonley Lopes et al. Degradation of the Brazilian Cerrado: Interactions with human disturbance and environmental variables. **Forest Ecology and Management**, v. 482, p. 118875, 2021.

ELLWANGER, Joel Henrique et al. Beyond diversity loss and climate change: Impacts of Amazon deforestation on infectious diseases and public health. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 92, p. e20191375, 2020.

FINCH, Deborah M. et al. Effects of climate change on invasive species. **Invasive species in forests and rangelands of the United States: a comprehensive science synthesis for the United States forest sector**, p. 57-83, 2021.

- GALETTI, Mauro et al. Causes and consequences of large-scale defaunation in the Atlantic forest. **The atlantic forest: history, biodiversity, threats and opportunities of the mega-diverse forest**, p. 297-324, 2021.
- GARCIA, LUCAS ARANTES. MUDANÇAS CLIMÁTICAS E GLOBAIS: UMA ANÁLISE DO PAPEL DO SER HUMANO E DAS RESPOSTAS EVOLUTIVAS DA BIODIVERSIDADE. 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- HE, Xinyue et al. The effects of interaction between climate change and land-use/cover change on biodiversity-related ecosystem services. **Global Challenges**, v. 3, n. 9, p. 1800095, 2019.
- LEÃO, Tarciso CC et al. Projected impacts of climate and land use changes on the habitat of Atlantic Forest plants in Brazil. **Global Ecology and Biogeography**, v. 30, n. 10, p. 2016-2028, 2021.
- LI, Delong et al. Vulnerability of the global terrestrial ecosystems to climate change. **Global change biology**, v. 24, n. 9, p. 4095-4106, 2018.
- MARENGO, José A. et al. Increased climate pressure on the agricultural frontier in the Eastern Amazonia–Cerrado transition zone. **Scientific reports**, v. 12, n. 1, p. 457, 2022.
- Martins, G. D. A., & Theóphilo, C. R. (2009). Metodologia da investigação científica. *São Paulo: Atlas*, 143-164.
- OLIVEIRA, Daniela Almeida; PIETRAFESA, José Paulo; DA SILVA BARBALHO, Maria Gonçalves. Manutenção da biodiversidade e o hotspots cerrado. **Caminhos de Geografia**, v. 9, n. 26, p. 101-114, 2008.
- OLIVER, Tom H.; MORECROFT, Mike D. Interactions between climate change and land use change on biodiversity: attribution problems, risks, and opportunities. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, v. 5, n. 3, p. 317-335, 2014.
- QUINTINO, Débora Andrade. Relatório de estágio curricular em prática veterinária realizado junto ao Zoológico Municipal de Bauru/SP, ao Bioparque de Pomerode/SC e ao Centro de Medicina e Pesquisa de Animais Selvagens (CEMPAS) de Botucatu/SP:
- Revisão de literatura, principais causas de atendimento de tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) de vida livre. 2024.
- SCAVEN, Victoria L.; RAFFERTY, Nicole E. Physiological effects of climate warming on flowering plants and insect pollinators and potential consequences for their interactions. **Current zoology**, v. 59, n. 3, p. 418-426, 2013.
- SMITH, Pete et al. How do we best synergize climate mitigation actions to co-benefit biodiversity?. **Global Change Biology**, v. 28, n. 8, p. 2555-2577, 2022.
- TOWNSEND, Patricia A.; MASTERS, Karen L. Lattice-work corridors for climate change: A conceptual framework for biodiversity conservation and social-ecological resilience in a tropical elevational gradient. **Ecology and Society**, v. 20, n. 2, 2015.
- TRAYLOR-HOLZER, Kathy; LEUS, Kristin; BYERS, Onnie. Ex situ management for conservation. In: **Life on Land**. Cham: Springer International Publishing, 2020. p. 349- 359.
- URBAN, Mark C. et al. Improving the forecast for biodiversity under climate change. **Science**, v. 353, n. 6304, p. aad8466, 2016.