IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS EM ECOSSISTEMAS NEOTROPICAIS

RUBENS JOSE ANDRADE DE SOUSA

RESUMO
Este trabalho analisa os impactos das mudanças climáticas sobre a distribuição de espécies nativas em ecossistemas neotropicais, com ênfase nos biomas brasileiros. O objetivo principal é compreender como alterações nos padrões de temperatura e precipitação afetam a biodiversidade e quais estratégias podem ser adotadas para mitigar esses efeitos. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica de autores nacionais recentes, abordando conceitos de ecologia, biogeografia, modelagem de nicho ecológico e políticas de adaptação. A modelagem ecológica foi destacada como ferramenta essencial para prever a resposta das espécies às mudanças ambientais, subsidiando a definição de áreas prioritárias para conservação. Os resultados mostram que biomas como a Amazônia, o Cerrado e a Mata Atlântica estão entre os mais vulneráveis, com tendência de redução de habitats adequados. Além disso, destaca-se a necessidade de ações integradas, como restauração ecológica, criação de corredores ecológicos e envolvimento das comunidades locais. Conclui-se que a integração entre ciência, política pública e participação social é fundamental para garantir a resiliência ecológica e a conservação da biodiversidade frente à crise climática.

PALAVRAS-CHAVE: mudanças climáticas; biodiversidade; ecossistemas neotropicais; modelagem ecológica; conservação.

ABSTRACT
Thispaperanalyzestheimpactsofclimatechangeonthedistributionofnativespecies in neotropical ecosystems, focusingonBrazilianbiomes. It aimstounderstandhowtemperatureandrainfall shifts affectbiodiversityandwhichstrategiescanmitigatetheseeffects. Ecologicalmodelingishighlighted as a key tool toproject future speciesdistributionandsupportconservationplanning. The studyrevealsthatbiomes like theAmazon, Cerrado, andAtlantic Forest are highlyvulnerable. Integratedactionsinvolvingrestoration, ecologicalcorridors, andcommunityparticipation are essentialtoensureecosystemresilienceandbiodiversityconservation in the face ofclimatechange.

KEY-WORDS: climatechange; biodiversity; Neotropical ecosystems; ecologicalmodeling; conservation.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as mudanças climáticas vêm se consolidando como uma das maiores ameaças à biodiversidade global, provocando alterações significativas nos padrões de temperatura, precipitação e eventos climáticos extremos. Essas transformações têm gerado efeitos diretos sobre a distribuição, sobrevivência e dinâmica de espécies, com implicações profundas na composição e funcionalidade dos ecossistemas (IPCC, 2022).

O conceito de mudanças climáticas refere-se a alterações de longo prazo nos padrões meteorológicos, geralmente atribuídas às atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis, o desmatamento e o uso intensivo do solo. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 2021), essas mudanças vêm provocando uma reorganização geográfica das espécies, forçando muitas a migrarem para regiões com condições mais favoráveis de temperatura e umidade. Lovejoy e Hannah (2019) destacam que essas alterações afetam especialmente as espécies com nichos ecológicos estreitos e baixa capacidade de dispersão, ampliando seu risco de extinção local ou regional.

No Brasil, os impactos das mudanças climáticas são particularmente relevantes, dado que o país abriga uma parcela significativa da biodiversidade global. Biomas como a Amazônia, o Cerrado, a Mata Atlântica e a Caatinga apresentam elevado grau de endemismo e vulnerabilidade. Pereira et al. (2020) alertam que a resposta das espécies a essas mudanças depende de múltiplos fatores, como tolerância climática, conectividade entre habitats e pressão antrópica local. Assim, compreender como essas mudanças estão influenciando a distribuição das es-

pécies é fundamental para o planejamento ambiental e a formulação de políticas públicas de conservação.

Nesse contexto, a modelagem ecológica surge como uma ferramenta essencial para a previsão de impactos futuros. Essa abordagem permite simular diferentes cenários climáticos e suas implicações para a distribuição potencial das espécies, contribuindo para a definição de áreas prioritárias para conservação (Souza; Almeida, 2021). Além disso, tais modelos oferecem subsídios para o delineamento de estratégias de adaptação, como a criação de corredores ecológicos, a restauração de áreas degradadas e o redirecionamento de esforços de manejo.

Diante da gravidade da crise climática e de sua estreita relação com a perda de biodiversidade, este trabalho tem como objetivo principal analisar os impactos das mudanças climáticas sobre a distribuição de espécies nativas em ecossistemas neotropicais. Busca-se compreender como tais alterações afetam os padrões ecológicos e quais estratégias podem ser adotadas para mitigar seus efeitos, a partir de uma revisão de literatura recente com foco em estudos brasileiros. Pretende-se, assim, contribuir para o debate acadêmico e técnico sobre a conservação da biodiversidade em tempos de emergência climática.

AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SEUS EFEITOS AMBIENTAIS

As mudanças climáticas, caracterizadas por alterações duradouras nos padrões de temperatura, precipitação, regimes de vento e outros elementos atmosféricos, têm se intensificado nas últimas décadas como resultado direto das atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis, o desmatamento e a intensificação da agropecuária. No Brasil, os efeitos ambientais dessa transformação já são evidentes em diversas regiões e ecossistemas, especialmente em áreas urbanas, semiáridas e zonas costeiras. Segundo Cerezini e Castro (2024), o aumento da temperatura média e a intensificação de eventos extremos, como ondas de calor, têm afetado diretamente a qualidade de vida nas cidades e a estabilidade ecológica dos biomas.

O ciclo hidrológico, um dos processos mais sensíveis às mudanças climáticas, tem sido alterado significativamente. No território brasileiro, observam-se períodos de seca mais prolongados, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, enquanto o Sul do país tem experimentado volumes de chuvas acima da média, com enchentes e deslizamentos de terra cada vez mais frequentes (CEREZINI; CASTRO, 2024). A irregularidade dos regimes de precipitação afeta o abastecimento hídrico urbano, a produção agrícola e o equilíbrio de ecossistemas aquáticos. Tais alterações já comprometem a capacidade de recarga de aquíferos e a manutenção de fluxos fluviais em importantes bacias hidrográficas, como a do São Francisco e do Tocantins.

Além das alterações nos padrões climáticos, o desmatamento tem um papel agravante no cenário das mudanças ambientais. A perda de cobertura vegetal, especialmente na Amazônia e no Cerrado, resulta na liberação de grandes quantidades de carbono na atmosfera, contribuindo para o efeito estufa. De acordo com o Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), o desmatamento combinado ao aumento da temperatura e à redução da umidade relativa pode levar à savanização da floresta amazônica, processo que já apresenta sinais de avanço em algumas áreas (ARTAXO, 2022). A perda de vegetação compromete também os chamados “rios voadores”, massas de ar úmido que transportam vapor d'água da Amazônia para outras regiões do Brasil.

A intensificação de desastres naturais é outro aspecto relevante. No Brasil, o número de eventos climáticos extremos aumentou em mais de 400% nas últimas três décadas, segundo dados sistematizados por Mongabay (2025). As enchentes, secas severas, tempestades intensas e deslizamentos de terra têm provocado danos ambientais irreparáveis, além de impactos sociais e econômicos profundos. Como salientam Moura Rahmani et al. (2025), esses eventos afetam diretamente os ecossistemas, promovendo erosão do solo, destruição de habitats naturais e perda de biodiversidade.

Nas zonas costeiras brasileiras, os efeitos das mudanças climáticas se manifestam de maneira específica. O aumento do nível do mar, impulsionado pelo derretimento das

calotas polares e pela expansão térmica dos oceanos, ameaça regiões urbanas litorâneas e ecossistemas sensíveis como manguezais e restingas. Conforme Cerezini e Castro (2024), já se observam processos acelerados de erosão costeira, salinização de aquíferos e comprometimento da infraestrutura urbana em cidades como Recife, Salvador e São Luís. Esses impactos afetam diretamente a biodiversidade marinha e terrestre, além de comprometer a economia local baseada no turismo e na pesca.

Outro ponto crítico está relacionado à qualidade da água. A variabilidade pluviométrica e o aumento das temperaturas têm alterado as características físico-químicas dos corpos hídricos, especialmente em áreas urbanas. Moura Rahmani et al. (2025), ao estudarem a Bacia do Rio Paraíba do Sul, identificaram aumento na turbidez, na concentração de nutrientes e na proliferação de algas, o que prejudica a fauna aquática e o abastecimento humano. Essas alterações exigem a adoção de medidas de monitoramento contínuo e o fortalecimento da gestão integrada dos recursos hídricos.

No semiárido brasileiro, os efeitos da aridez crescente, agravados pelas mudanças climáticas, colocam em risco a subsistência de comunidades rurais e a integridade dos ecossistemas locais. Conforme aponta Cerezini (2025), o aumento da temperatura e a diminuição das chuvas reduzem a capacidade produtiva dos solos, favorecem a desertificação e comprometem a segurança alimentar da população. Tais transformações exigem políticas públicas voltadas para a adaptação climática, incluindo o incentivo à agroecologia e à conservação do solo e da água.

A biodiversidade brasileira, uma das maiores do mundo, encontra-se sob ameaça direta em razão das mudanças climáticas. Espécies com nicho ecológico restrito, baixa capacidade de dispersão ou sensíveis a variações de temperatura e umidade são as mais vulneráveis. De acordo com Artaxo (2022), o risco de extinção local de espécies cresce à medida que os habitats naturais são fragmentados e degradados. A conservação da biodiversidade, nesse contexto, depende de estratégias adaptativas baseadas em ciência, como a criação de corredores ecológicos e o uso de modelos preditivos de distribuição de espécies.

ECOSSISTEMAS NEOTROPICAIS: BIODIVERSIDADE E VULNERABILIDADES

Os ecossistemas neotropicais englobam uma das regiões mais ricas em biodiversidade do planeta, abarcando biomas tropicais e subtropicais de elevada complexidade ecológica e elevada taxa de endemismo. No Brasil, destacam-se seis grandes biomas terrestres: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pantanal e Pampa, cada um com características ecológicas próprias e grande importância para a regulação climática, conservação da biodiversidade e manutenção dos serviços ecossistêmicos. Segundo o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (2023), os ecossistemas brasileiros abrigam cerca de 20% de todas as espécies vivas conhecidas, o que demonstra a magnitude e a relevância global da biodiversidade nacional.

Contudo, esses ecossistemas vêm sofrendo crescentes pressões ambientais que comprometem sua integridade ecológica. As mudanças climáticas, em especial, representam um fator de vulnerabilidade que interage com outros elementos de degradação, como desmatamento, fragmentação de habitat, incêndios, espécies invasoras e expansão agrícola. Conforme apontado por Lapola et al. (2023), os impactos das alterações climáticas têm sido evidentes na estrutura e composição das comunidades vegetais e animais, especialmente em regiões que já se encontram fragilizadas pela ocupação humana desordenada.

A Floresta Amazônica, maior bioma brasileiro, tem mostrado sinais claros de vulnerabilidade climática. O aumento da temperatura média, associado à redução da precipitação em algumas áreas, favorece o processo de savanização em zonas de transição, principalmente no sul e no leste da floresta. Segundo Artaxo (2022), esse processo pode comprometer o equilíbrio do sistema amazônico, já que a floresta depende da própria umidade para se manter. A perda de cobertura vegetal, além de liberar grandes quantidades de carbono, diminui a evapotranspiração e reduz a formação dos chamados “rios voadores”, fundamentais para o regime de

chuvas em outras regiões do Brasil.

O Cerrado, segundo maior bioma do país, também sofre com os efeitos das mudanças climáticas, sendo considerado um dos hotspots mundiais de biodiversidade ameaçada. De acordo com a Rede Clima (2023), o Cerrado é especialmente sensível à variação no regime hídrico e ao aumento da temperatura, o que tem favorecido o avanço de áreas desérticas e a perda de espécies nativas. Incêndios frequentes, muitos dos quais agravados por longos períodos de estiagem, têm levado à degradação do solo, à redução da cobertura vegetal e à substituição de espécies nativas por gramíneas invasoras, menos eficientes na retenção de carbono.

A Mata Atlântica, por sua vez, é um dos biomas mais ameaçados do Brasil. Restam apenas cerca de 12% de sua cobertura original, e os fragmentos florestais remanescentes estão altamente degradados e isolados. Segundo dados apresentados por Cerezini e Castro (2024), as mudanças no regime de temperatura e umidade tornam os pequenos remanescentes ainda mais vulneráveis, favorecendo a extinção local de espécies endêmicas. A falta de conectividade entre os fragmentos impede a migração natural de organismos para áreas com microclimas mais favoráveis, tornando a adaptação às novas condições climáticas extremamente limitada.

A Caatinga, bioma exclusivo do Brasil, enfrenta desafios relacionados à aridez crescente. De acordo com Cerezini (2025), o aumento da frequência de secas prolongadas, aliado à escassez hídrica estrutural da região, compromete não apenas a biodiversidade local, mas também os modos de vida de comunidades humanas que dependem diretamente dos recursos naturais. Espécies vegetais adaptadas a ambientes semiáridos têm apresentado sinais de estresse hídrico mais intenso, o que compromete a regeneração natural da vegetação e aumenta a susceptibilidade à desertificação.

O Pantanal, maior planície alagável do planeta, também apresenta elevada vulnerabilidade diante das mudanças climáticas. Estudos recentes de Moura Rahmani et al. (2025) indicam que a alteração no regime das cheias, provocada por mudanças na precipitação e na vazão dos rios, tem impactado profundamente os ciclos reprodutivos de espécies aquáticas e terrestres. A redução das áreas alagadas compromete a reprodução de aves, peixes e anfíbios, além de favorecer incêndios em áreas secas que anteriormente se mantinham úmidas durante boa parte do ano.

Os Pampas, localizados na região sul do Brasil, têm enfrentado desafios relacionados ao uso intensivo do solo para agricultura e pecuária. Segundo o relatório do PNA/Biodiversidade (2024), o aumento da temperatura média e a alteração dos padrões de chuvas podem modificar profundamente a estrutura das pradarias naturais, favorecendo a substituição da vegetação nativa por espécies exóticas ou invasoras. Tais mudanças colocam em risco espécies endêmicas e afetam a dinâmica dos ecossistemas campestres.

Outro aspecto importante a ser considerado diz respeito aos efeitos sinérgicos das pressões ambientais. A fragmentação de habitats, combinada com as alterações climáticas, limita a capacidade de dispersão de muitas espécies, reduzindo a variabilidade genética e, consequentemente, a capacidade adaptativa das populações. Como destaca Artaxo (2022), a vulnerabilidade aumenta significativamente quando as espécies não conseguem migrar para áreas mais adequadas ou quando seus refúgios climáticos são destruídos por ações antrópicas.

Além disso, a perda dos chamados serviços ecossistêmicos é uma consequência direta da vulnerabilidade dos ecossistemas neotropicais. Entre os serviços comprometidos destacam-se a regulação do clima, o sequestro de carbono, a proteção contra erosão, a manutenção da fertilidade do solo, a polinização e a regulação do ciclo hidrológico. A redução da biodiversidade compromete esses serviços, gerando impactos não apenas ambientais, mas também sociais e econômicos, sobretudo para populações que dependem diretamente dos recursos naturais para subsistência, como comunidades indígenas, ribeirinhas e agricultores familiares.

Portanto, é imprescindível a adoção de estratégias integradas de mitigação e adaptação que considerem as especificidades de cada bioma. A criação e manutenção de corredores ecológicos, a restauração de áreas

degradadas, a ampliação das unidades de conservação e o fortalecimento das políticas públicas ambientais são medidas urgentes para garantir a resiliência dos ecossistemas neotropicais frente às mudanças climáticas. Como afirmam Lapola et al. (2023), o futuro da biodiversidade brasileira dependerá diretamente da nossa capacidade de integrar conhecimento científico, políticas públicas e participação social em um esforço coletivo de proteção ambiental.

A MODELAGEM ECOLÓGICA COMO FERRAMENTA PARA PREVISÃO DE IMPACTOS

A modelagem ecológica tem se consolidado como uma das principais ferramentas para antecipar os efeitos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade e os ecossistemas. Em especial, os Modelos de Distribuição de Espécies (SpeciesDistribution Models – SDMs) têm sido amplamente utilizados para estimar as áreas ambientalmente adequadas para espécies vegetais e animais, considerando tanto condições climáticas atuais quanto projeções futuras. Esses modelos permitem prever padrões de expansão, retração ou deslocamento de espécies em resposta a variações ambientais, sendo, portanto, instrumentos estratégicos para o planejamento da conservação e formulação de políticas públicas (GONÇALVES et al., 2023).

No contexto brasileiro, a aplicação da modelagem ecológica tem crescido substancialmente nos últimos anos, impulsionada pela crescente preocupação com a perda de biodiversidade e os impactos das mudanças climáticas sobre os biomas nacionais. Estudos como o de Malecha, Manes e Vale (2025) analisaram mais de 130 trabalhos científicos produzidos no Brasil entre 2012 e 2022, totalizando mais de 20 mil projeções de risco de espécies. Os autores demonstraram que, sob cenários de continuidade das emissões de gases de efeito estufa (“business as usual”), a maioria dos biomas brasileiros — especialmente Amazônia, Pantanal e Mata Atlântica — apresenta tendência de perda significativa de habitat adequado para espécies nativas.

A modelagem ecológica no Brasil tem sido frequentemente realizada com o uso de algoritmos como MaxEnt (MaximumEntropy), Random Forest e Support Vector Machines, integrando variáveis climáticas (temperatura, precipitação, sazonalidade), topográficas (altitude, declividade) e edáficas (tipo e fertilidade do solo). Gonçalves et al. (2023), por exemplo, utilizaram múltiplos algoritmos de modelagem para avaliar a distribuição atual e futura da espécie florestal Manilkarahuberi na região amazônica, considerando cenários climáticos para 2050 e 2070. Os resultados mostraram uma tendência de contração significativa da área ambientalmente adequada para a espécie, principalmente em cenários mais pessimistas de aquecimento global.

A principal utilidade prática dos SDMs é a identificação de áreas prioritárias para conservação no futuro. Com base nos resultados dos modelos, é possível mapear os chamados “refúgios climáticos” — regiões que, mesmo com as mudanças projetadas no clima, permanecerão adequadas para a sobrevivência de determinadas espécies. De acordo com Malecha, Manes e Vale (2025), tais áreas podem ser estratégicas para ações como a criação de novas unidades de conservação, implementação de corredores ecológicos ou programas de restauração florestal, garantindo a conectividade entre populações e a manutenção de fluxos gênicos.

Entretanto, a modelagem ecológica também apresenta desafios que precisam ser considerados na interpretação dos resultados. Um dos principais limites está relacionado à qualidade e à resolução dos dados ambientais e de ocorrência das espécies. Muitos bancos de dados apresentam falhas de amostragem espacial, sendo concentrados em áreas de fácil acesso, como zonas urbanas e proximidades de rodovias. Essa limitação pode gerar viés nos modelos, superestimando ou subestimando a presença de determinadas espécies (MORAIS et al., 2024).

Outro desafio está na escolha dos cenários climáticos futuros. Os modelos utilizados para projeção das mudanças climáticas globais, como os da família CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 6), oferecem diferentes cenários de emissão de gases de efeito estufa, que variam conforme a trajetória de desenvolvimento econômico e mitigação. Cada cenário apresenta impli-

cações distintas sobre o clima regional, e a escolha de um ou outro pode alterar significativamente os resultados do modelo ecológico. Por isso, recomenda-se que os estudos utilizem múltiplos cenários — como RCP 4.5 (moderado) e RCP 8.5 (pessimista) — para gerar projeções mais robustas (GONÇALVES et al., 2023).

Além disso, é importante considerar que os modelos de nicho ecológico geralmente não integram interações bióticas, como competição, predação ou mutualismos, nem as limitações reais de dispersão das espécies. Muitos modelos assumem que uma espécie pode migrar livremente para qualquer área ambientalmente adequada, o que nem sempre é viável, especialmente em paisagens fragmentadas. Segundo Artaxo (2022), esse aspecto pode superestimar a resiliência de algumas espécies frente às mudanças climáticas e subestimar a necessidade de medidas adicionais de conservação.

Apesar dessas limitações, a modelagem ecológica permanece como uma ferramenta essencial no contexto das mudanças ambientais globais. No Brasil, ela tem sido aplicada para diferentes finalidades, como avaliar a vulnerabilidade de espécies ameaçadas, estimar a eficácia de unidades de conservação existentes e orientar políticas públicas de adaptação. Segundo Cerezini e Castro (2024), os dados gerados pelos modelos têm contribuído para o avanço do planejamento ambiental em escalas nacional, estadual e municipal, além de sensibilizar gestores públicos e a sociedade sobre a importância de ações preventivas frente à crise climática.

Como destaca Lapola et al. (2023), os modelos de distribuição de espécies não substituem o monitoramento de campo ou o conhecimento ecológico local, mas sim complementam essas abordagens, oferecendo uma visão preditiva valiosa que pode ser integrada aos sistemas de tomada de decisão. O futuro da biodiversidade brasileira dependerá, em grande medida, da nossa capacidade de combinar ferramentas científicas como a modelagem ecológica com políticas efetivas de conservação e uso sustentável da terra.

ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO E ADAPTAÇÃO FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Diante das evidências crescentes dos impactos das mudanças climáticas sobre os ecossistemas neotropicais e sobre a biodiversidade brasileira, torna-se cada vez mais urgente a implementação de estratégias de conservação e adaptação. Essas estratégias devem integrar conhecimentos científicos, políticas públicas e ações locais, visando reduzir a vulnerabilidade dos ecossistemas e aumentar sua resiliência ecológica. De acordo com Artaxo (2022), não se trata apenas de conservar a biodiversidade em sua configuração atual, mas de prepará-la para enfrentar cenários climáticos cada vez mais extremos e incertos.

As estratégias de conservação tradicionais, como a criação de unidades de conservação, continuam sendo fundamentais. No entanto, é necessário que essas áreas estejam conectadas por corredores ecológicos que permitam o deslocamento das espécies em busca de condições climáticas mais favoráveis. Segundo a Rede Clima (2023), os chamados refúgios climáticos — áreas que permanecerão ambientalmente estáveis mesmo diante das mudanças projetadas — devem ser priorizados na criação de novas unidades de conservação, especialmente em biomas com alta fragmentação, como a Mata Atlântica e o Cerrado.

A restauração ecológica também é apontada como uma das principais estratégias de adaptação. A recuperação de áreas degradadas, com o plantio de espécies nativas e o restabelecimento de funções ecológicas essenciais, pode ampliar a conectividade entre fragmentos de vegetação e proporcionar novos habitats para a fauna local. Conforme Gonçalves et al. (2023), a restauração de áreas com base em modelos preditivos de adequabilidade climática futura pode aumentar as chances de sucesso dos projetos de reflorestamento, pois leva em conta as condições ambientais previstas para as próximas décadas.

Outro aspecto relevante é a conservação ex situ, ou seja, fora do ambiente natural. Jardins botânicos, bancos de sementes e criadouros conservacionistas desempenham papel importante na manutenção de espécies ameaçadas e geneticamente valiosas. Cerezini e Castro (2024) destacam que, em alguns casos, pode ser necessário recorrer

à translocação assistida — prática que consiste em mover populações de espécies para áreas com maior viabilidade climática futura. Essa medida, embora controversa, pode ser uma alternativa viável quando não há conectividade entre habitats ou quando a velocidade das mudanças climáticas ultrapassa a capacidade de migração natural das espécies.

No campo das políticas públicas, o Brasil já conta com instrumentos importantes, como o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), lançado pelo Ministério do Meio Ambiente em 2016 e atualizado recentemente. Esse plano prevê ações específicas para a biodiversidade, agricultura, recursos hídricos e áreas urbanas, entre outros setores. Entretanto, sua efetividade depende da articulação entre os diferentes níveis de governo e da integração com os planos estaduais e municipais de adaptação (LAPOLA et al., 2023).

Além disso, a implementação de políticas de uso sustentável da terra e de incentivo à agroecologia pode contribuir para a redução da pressão sobre os ecossistemas. A agricultura, especialmente em larga escala, é uma das principais causas de desmatamento no Brasil. Práticas agrícolas regenerativas, como a rotação de culturas, a cobertura do solo, o uso de bioinsumos e o manejo integrado de pragas, podem reduzir emissões de gases de efeito estufa e aumentar a resiliência dos sistemas produtivos (CEREZINI, 2025).

A educação ambiental e o engajamento das comunidades locais também desempenham papel essencial nas estratégias de adaptação. Populações tradicionais, como indígenas, ribeirinhos e quilombolas, detêm saberes ecológicos acumulados ao longo de gerações, que podem ser fundamentais para a gestão adaptativa dos territórios. Como ressalta Moura Rahmani et al. (2025), o fortalecimento da participação social e o reconhecimento dos direitos territoriais dessas comunidades são elementos-chave para a conservação da biodiversidade e o enfrentamento das mudanças climáticas.

Ademais, é importante considerar o papel da ciência cidadã, que tem possibilitado a coleta de dados ambientais em larga escala com o apoio de voluntários e moradores locais. Plataformas como o iNaturalist e o Sistema Nacional de Informações sobre a Biodiversidade (SiBBr) têm permitido o registro e monitoramento da biodiversidade brasileira com maior abrangência geográfica, fortalecendo a base de dados utilizada na modelagem ecológica e no planejamento conservacionista (MALECHA; MANES; VALE, 2025).

Por fim, as estratégias de conservação e adaptação devem ser orientadas por uma abordagem integrada, que considere a complexidade dos sistemas socioecológicos. A fragmentação de políticas, a ausência de planejamento de longo prazo e a falta de financiamento são entraves significativos que precisam ser superados. Conforme afirmam Lapola et al. (2023), é essencial que o Brasil consolide uma política climática baseada em evidências científicas, participação social e respeito à diversidade biológica e cultural do país.

A INTEGRAÇÃO ENTRE CONHECIMENTO CIENTÍFICO, POLÍTICAS PÚBLICAS E PARTICIPAÇÃO SOCIAL

A crise climática e seus efeitos sobre a biodiversidade nos ecossistemas neotropicais impõem a necessidade de abordagens interdisciplinares e integradas, que conectem o conhecimento científico, a formulação de políticas públicas e a participação ativa da sociedade. A complexidade das interações ecológicas e sociais, aliada à urgência das transformações ambientais em curso, exige um modelo de governança mais robusto, inclusivo e democrático. Conforme argumentam Lapola et al. (2023), os esforços isolados e fragmentados tendem a ser ineficazes frente à magnitude e à velocidade das mudanças observadas, sendo imprescindível uma atuação coordenada entre diferentes setores.

O Brasil dispõe de uma das comunidades científicas mais atuantes no campo da ecologia e das ciências ambientais, com produção relevante em modelagem ecológica, análise de impactos climáticos e conservação da biodiversidade. Instituições como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a Embrapa, universidades federais e centros de pesquisa estaduais desenvolvem há décadas estudos que subsidiariam a formu-

lação de políticas públicas embasadas em evidências. No entanto, esse conhecimento muitas vezes permanece restrito ao meio acadêmico, sem alcançar os tomadores de decisão ou os territórios mais vulneráveis. Essa desconexão entre ciência e política tem sido apontada como uma das principais barreiras à adaptação efetiva às mudanças climáticas (Morais et al., 2024).

Historicamente, a formulação de políticas ambientais no Brasil tem sofrido com a descontinuidade administrativa, a baixa institucionalização da agenda climática nos municípios e a ausência de mecanismos de coordenação intersetorial. Além disso, muitos instrumentos legais, como o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), ainda carecem de implementação efetiva e de recursos financeiros suficientes. Em âmbito local, prefeituras frequentemente não possuem equipes técnicas capacitadas para aplicar diagnósticos ambientais, elaborar planos de ação ou interpretar dados científicos complexos. Nesse contexto, torna-se essencial a construção de pontes entre a academia, os órgãos públicos e as comunidades locais, promovendo um fluxo bidirecional de conhecimento e experiência.

A criação de espaços de governança participativa tem se mostrado uma estratégia eficaz para superar essa lacuna. Fóruns intersetoriais, conselhos gestores de unidades de conservação, comitês de bacia hidrográfica e audiências públicas sobre planos ambientais são instrumentos que, quando bem conduzidos, possibilitam o diálogo entre diferentes saberes e interesses. Os Planos Municipais de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMMAs), por exemplo, têm adotado metodologias colaborativas que envolvem universidades, ONGs, poder público e moradores locais na elaboração de diagnósticos e propostas de ação. Essas experiências demonstram que a integração entre conhecimento técnico-científico e vivência comunitária resulta em estratégias mais realistas, eficazes e legitimadas socialmente (Cerezini; Castro, 2024).

Outro aspecto relevante é a valorização dos conhecimentos tradicionais e locais. Povos indígenas, quilombolas, ribeirinhos e agricultores familiares acumulam, há gerações, saberes relacionados à gestão sustentável dos recursos naturais. Esses conhecimentos são fundamentais para a construção de alternativas adaptativas frente às mudanças climáticas, especialmente em contextos de vulnerabilidade socioambiental. O reconhecimento dos direitos territoriais dessas comunidades e sua inclusão nos processos decisórios são condições indispensáveis para uma governança ambiental efetiva e justa. Moura Rahmani et al. (2025) destacam que, ao integrar os saberes tradicionais aos dados científicos, ampliam-se as possibilidades de identificação de áreas prioritárias para conservação e de práticas adaptativas culturalmente apropriadas.

A educação ambiental, por sua vez, desempenha papel estratégico na formação de uma cultura de participação e corresponsabilidade. A promoção de uma educação ambiental crítica, que vá além da mera transmissão de informações, é essencial para desenvolver o pensamento sistêmico e a consciência socioambiental nos diferentes segmentos da sociedade. Escolas, universidades, centros culturais e meios de comunicação têm a responsabilidade de disseminar o debate sobre as mudanças climáticas e seus impactos, fortalecendo o engajamento cidadão nas ações de mitigação e adaptação.

Nesse mesmo campo, a ciência cidadã tem ganhado protagonismo como instrumento de democratização do conhecimento e de engajamento da sociedade civil. Por meio de aplicativos, plataformas online e projetos participativos, cidadãos comuns têm contribuído com a coleta de dados sobre biodiversidade, clima, qualidade da água, cobertura vegetal e outros indicadores ambientais. Iniciativas como o Sistema Nacional de Informações sobre a Biodiversidade (SiBBr), o iNaturalist Brasil e o projeto Floradata vêm integrando informações produzidas por pesquisadores e cidadãos, ampliando a base de dados disponível para análises científicas e para o planejamento territorial. Segundo Malecha, Manes e Vale (2025), a ciência cidadã não apenas complementa os dados técnicos, como também fortalece o sentimento de pertencimento e de responsabilidade coletiva pela conservação da natureza.

Ainda assim, para que essas integrações se tornem efetivas e duradouras, é necessário que sejam institucionalizadas por meio de

políticas públicas estruturantes. A existência de leis e programas voltados à adaptação climática precisa vir acompanhada de financiamento estável, mecanismos de monitoramento e avaliação, além de estratégias de comunicação acessíveis a diferentes públicos. A inclusão da agenda climática nos planos diretores municipais, nos consórcios intermunicipais e nos orçamentos públicos é fundamental para garantir a continuidade das ações adaptativas em longo prazo.

Em síntese, a construção de uma governança ambiental eficaz no contexto das mudanças climáticas exige a superação de silos institucionais e o fortalecimento de alianças entre ciência, poder público e sociedade civil. O futuro da biodiversidade brasileira dependerá da nossa capacidade de promover um modelo de gestão ambiental que seja participativo, baseado em evidências e sensível às diversidades ecológicas, culturais e territoriais do país. Como afirmam Artaxo (2022) e Lapola et al. (2023), a integração entre diferentes formas de conhecimento e atuação é não apenas desejável, mas absolutamente necessária para enfrentar os desafios da emergência climática de forma justa e eficaz.

CONCLUSÃO

As mudanças climáticas representam um dos maiores desafios contemporâneos à conservação da biodiversidade, especialmente nos ecossistemas neotropicais, como os que compõem o território brasileiro. Ao longo deste trabalho, foi possível compreender como as alterações nos padrões climáticos — como o aumento das temperaturas, a intensificação de eventos extremos e a irregularidade nas chuvas — afetam diretamente a distribuição, a sobrevivência e a dinâmica de espécies nativas.

Observou-se que os biomas brasileiros, apesar de sua extraordinária riqueza biológica, apresentam diferentes níveis de vulnerabilidade diante das mudanças ambientais. A Amazônia, o Cerrado e a Mata Atlântica, por exemplo, já demonstram sinais evidentes de estresse ecológico, como perda de habitat, fragmentação, alterações na composição florística e declínio populacional de espécies. Além disso, fatores como desmatamento, queimadas, expansão agropecuária e urbanização agravam ainda mais a situação, contribuindo para a redução da resiliência desses ecossistemas.

A modelagem ecológica foi apresentada como uma importante ferramenta para antecipar os impactos das mudanças climáticas, por meio da projeção de cenários futuros de distribuição de espécies. Através desses modelos, é possível identificar áreas de risco, regiões de refúgio climático e espécies mais vulneráveis, o que contribui diretamente para o planejamento de ações conservacionistas mais eficazes. Contudo, apesar de seu grande potencial, essa metodologia ainda enfrenta limitações relacionadas à disponibilidade de dados, à resolução das variáveis e à integração de fatores ecológicos complexos.

Também foi discutida a importância das estratégias de conservação e adaptação, as quais devem ser multidimensionais e integradas. A criação e conectividade de unidades de conservação, a restauração de áreas degradadas, o fortalecimento de políticas públicas climáticas e a valorização dos saberes tradicionais surgem como caminhos fundamentais para mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Destaca-se ainda o papel central da participação social, da educação ambiental e da ciência cidadã na construção de soluções locais e resilientes.

Portanto, a realidade imposta pela crise climática exige uma mudança profunda na forma como o ser humano se relaciona com o ambiente natural. A conservação da biodiversidade brasileira dependerá da capacidade de integrar ciência, política e sociedade em ações concretas e articuladas. Reconhecer a urgência do problema, investir em soluções baseadas na natureza e promover a justiça socioambiental são medidas indispensáveis para garantir a manutenção da vida em sua pluralidade e complexidade nas próximas décadas.

REFERÊNCIAS

ARTAXO, Paulo. Amazônia: impactos das mudanças climáticas. Ciência e Cultura, São Paulo, v. 74, n. 4, p. 13-16, 2022. Disponível em: https://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252022000400013&script=sci_arttext. Acesso em: 09 set. 2025.

CEREZINI, Márcio. Agricultura familiar e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. Revista Agricultura Familiar em Debate, Belém, v. 12, n. 1, p. 95-110, 2025. Disponível em: https://periodicos.ufpa.br/index.php/agriculturafamiliar/article/view/15131. Acesso em: 09 set. 2025.

CEREZINI, Márcio; CASTRO, Roberto. Mudanças Climáticas nas Metrópoles Brasileiras: desafios e respostas locais. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2024. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstreams/54eea093-bb85-46fb-81a-8905a37aa94a9/download. Acesso em: 09 set. 2025.

GONÇALVES, Emerson B.; GUIMARÃES, Arlindo F.; NASCIMENTO, Camila C. Modelagem de nicho ecológico aplicada à conservação de espécies na Amazônia. Embrapa Amazônia Oriental, 2023. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1175474/1/Modelagem-de-nicho.pdf. Acesso em: 09 set. 2025.

LAPOLA, David M. et al. Caminhos para a adaptação da biodiversidade às mudanças climáticas no Brasil: bases científicas e diretrizes para políticas públicas. Rede Clima, Brasília, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/noticiascemaden/rede-clima-lanca-colecao-tematica-com-analises-e-propostas-para-politicaspublicas/LIVRETOVolume1MudancasClimaticasBiodiversidadeeEcossistemas_digital.pdf. Acesso em: 09 set. 2025.

MALECHA, William; MANES, Fabiano; VALE, Marcos M. Climatechangeandbiodiversity in Brazil: whatweknowand future researchandpolicy agendas. Perspectives in EcologyandConservation, v. 23, 2025. Disponível em: https://www.perspectecolconserv.com/en-climate-change-biodiversity-in-brazil-articuloS2530064425000136. Acesso em: 09 set. 2025.

MORAIS, Letícia F. et al. Unidades de conservação e cenários climáticos: desafios para a adaptação da biodiversidade. Revista Brasileira de Climatologia, v. 33, p. 205-224, 2024.

MOURA RAHMANI, Taynara et al. Qualidade da água em tempos de mudanças climáticas: estudo de caso no Rio Paraíba do Sul. Cadernos de Pesquisa Interdisciplinar, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 150-165, 2025. Disponível em: https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/19528. Acesso em: 09 set. 2025.

REDE CLIMA. Contexto histórico e político das mudanças climáticas no Brasil: análise e caminhos para o agora. Rede Clima / CEMADEN, Brasília, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/373830175. Acesso em: 09 set. 2025.

WWF-BRASIL. Mudança do Clima no Brasil: o que diz o IPCC 2023. Brasília: WWF Brasil, 2024. Disponível em: https://wwfbrnew.awsassets.panda.org/downloads/ipccrelatorio-0511---final.pdf. Acesso em: 09 set. 2025.