



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DIRETORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ANARLISSON FAGNER DA COSTA OLIVEIRA
EMELY KARINY OLIVEIRA SILVA

**BREVE REVISÃO SOBRE IMPACTOS DAS ESPÉCIES INVASORAS NO
EQUILÍBRIO ECOLÓGICO NO BRASIL**

BOA VISTA/RR
2026

ANARLISSON FAGNER DA COSTA OLIVEIRA
EMELY KARINY OLIVEIRA SILVA

**BREVE REVISÃO SOBRE IMPACTOS DAS ESPÉCIES INVASORAS NO
EQUILÍBRIO ECOLÓGICO NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de
Licenciatura em Ciências Biológicas
do Instituto Federal de Roraima –
IFRR/Campus Boa Vista, em
cumprimento a exigência para
obtenção do grau de Licenciada em
Ciências Biológicas

Orientador: Prof. Dr. Leandro Villa
Verde da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca do Instituto Federal de Roraima - IFRR)

- O48b Oliveira, Anarlisson Fagner da Costa.
 Breve revisão sobre impactos das espécies invasoras no equilíbrio ecológico no Brasil / Anarlisson Fagner da Costa Oliveira, Emely Kariny Oliveira Silva. – Boa Vista, 2026.
 37 f.: il.
- Orientador: Prof. Dr. Leandro Villa Verde da Silva.
 Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima. Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, *Campus* Boa Vista, 2026.
 Bibliografia: f. 34-37.
1. Espécies invasoras. 2. Biodiversidade. 3. Conservação ambiental.
 I. Silva, Emely Kariny Oliveira. II. Silva, Leandro Villa Verde da. III. Título.

CDD – 577.27

Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia de Roraima
Diretoria de Ensino de Graduação
Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o Trabalho de Conclusão de Curso,

**BREVE REVISÃO SOBRE IMPACTOS DAS ESPÉCIES INVASORAS NO
EQUILÍBRIO ECOLÓGICO NO BRASIL**

ANARLISSON FAGNER DA COSTA OLIVEIRA
EMELY KARINY OLIVEIRA SILVA

Apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Roraima – IFRR/Campus Boa Vista, em cumprimento aos requisitos para a obtenção do título de Licenciado(a) em Ciências Biológicas

Comissão Examinadora

Documento assinado digitalmente
 **LEANDRO VILLA VERDE DA SILVA**
Data: 12/08/2026 21:48:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Leandro Villa Verde da Silva
(Presidente/Orientador)

Documento assinado digitalmente
 **JESSICA MARTINS DE SOUZA**
Data: 13/08/2026 09:59:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Esp. Jéssica Martins de Souza
(Professor avaliador 1)

Documento assinado digitalmente
 **KARLENE FARIAS DE SOUSA**
Data: 13/08/2026 11:57:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Esp. Karlene Farias de Sousa
(Professora avaliadora 2)

Aprovado em 17 de julho de 2026

"Se você quiser entender a música, preste atenção no silêncio. Se quiser entender a natureza, preste atenção no todo." — Fritjof Capra.

AGRADECIMIENTOS

Nossa gratidão, em primeiro lugar, a Deus, por tornar possível a realização deste sonho.

Aos nossos familiares, pelo apoio incondicional.

Aos professores, por contribuírem para nossa formação acadêmica

Ao nosso orientador, pelo compromisso, conhecimento e incentivo ao longo de toda a pesquisa.

A todos, o nosso sincero agradecimento.

RESUMO

A biodiversidade é fundamental para a manutenção do equilíbrio ecológico e provisão de serviços ecossistêmicos, mas enfrenta ameaças crescentes devido a atividades humanas, como a introdução de espécies exóticas invasoras (EEIs). Este trabalho apresenta uma revisão integrativa da literatura, com foco em publicações entre 2023 e 2025, para analisar os impactos dessas espécies no equilíbrio ecológico brasileiro e as estratégias de mitigação. Os resultados indicam que as invasões biológicas comprometem a conservação da fauna e flora nativas por meio de mecanismos como a competição por recursos, predação direta, hibridização genética e disseminação de patógenos. Além disso, as EEIs promovem alterações drásticas na dinâmica dos ecossistemas, afetando a ciclagem de nutrientes, os regimes de fogo e a estrutura das comunidades, o que leva à homogeneização biótica. A pesquisa destaca que, embora o Brasil possua um arcabouço legal robusto, a efetividade das ações de controle é limitada por falhas na implementação e insuficiência de recursos. Conclui-se que o enfrentamento das invasões exige a integração entre a ciência e a gestão pública, priorizando estratégias de prevenção, detecção precoce e programas de educação ambiental para sensibilizar a sociedade sobre a poluição biológica.

Palavras-chave: Espécies Invasoras; Biodiversidade; Conservação Ambiental

ABSTRACT

Biodiversity is fundamental for maintaining ecological balance and providing ecosystem services, but it faces increasing threats due to human activities, such as the introduction of invasive alien species (IAS). This work presents an integrative literature review, focusing on publications between 2023 and 2025, to analyze the impacts of these species on the Brazilian ecological balance and mitigation strategies. The results indicate that biological invasions compromise the conservation of native fauna and flora through mechanisms such as competition for resources, direct predation, genetic hybridization, and the dissemination of pathogens. Furthermore, IAS promote drastic changes in ecosystem dynamics, affecting nutrient cycling, fire regimes, and community structure, leading to biotic homogenization. The research highlights that, although Brazil possesses a robust legal framework, the effectiveness of control actions is limited by implementation failures and insufficient resources. It is concluded that addressing invasions requires the integration of science and public management, prioritizing prevention strategies, early detection, and environmental education programs to raise social awareness about "biological pollution".

Keywords: *Invasive Species; Biodiversity; Environmental Conservation.*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Impactos das Espécies Exóticas Invasoras sobre a Biodiversidade	11
2.2 Alterações na Dinâmica Ecológica e nos Ecossistemas.....	12
2.3 Estratégias de Prevenção, Controle, Manejo e Mitigação das Espécies Exóticas Invasoras	15
2.4 Políticas Públicas, Monitoramento e Educação Ambiental Como Instrumentos de Conservação da Biodiversidade.....	16
3. OBJETIVOS	19
3.1 Objetivo Geral	19
3.2 Objetivos Específicos.....	19
4. METODOLOGIA.....	20
4.1 Tipo de pesquisa.....	20
4.2 Área de estudo.....	20
4.3 Fontes de dados.....	20
4.4 Delimitação temporal e idiomas.....	20
4.5 Estratégia de busca.....	21
4.7 Seleção dos estudos.....	21
4.8 Organização dos dados	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1 Caracterização dos estudos selecionados	23
5.2 Impactos das espécies exóticas invasoras sobre a biodiversidade.....	25
5.3 Alterações na dinâmica ecológica dos ecossistemas.....	27
5.4 Políticas públicas, monitoramento e educação ambiental como instrumentos de conservação da biodiversidade	28
5.5 Convergências, divergências e lacunas do conhecimento entre os estudos analisados.....	31
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

A biodiversidade desempenha papel essencial na manutenção do equilíbrio ecológico, assegurando o funcionamento dos ecossistemas e a oferta de serviços ambientais indispensáveis à vida, como a polinização, a ciclagem de nutrientes, a regulação climática e a conservação dos recursos hídricos. Esses serviços sustentam processos ecológicos indispensáveis para a sobrevivência das espécies e para o bem estar humano, sendo diretamente influenciados pela integridade dos ecossistemas naturais (PIVELLO *et al.*, 2024).

Entretanto, a intensificação de atividades humanas, tem ampliado os fatores de degradação, incluindo desmatamento, fragmentação de habitats, mudanças climáticas e introdução de espécies exóticas invasoras. De acordo com Dechoum *et al.*, (2024), as invasões biológicas estão entre as principais ameaças globais à biodiversidade, produzindo impactos ecológicos, econômicos e sociais de grande magnitude.

As espécies exóticas podem ser definidas como organismos introduzidos, de forma intencional ou acidental, em regiões fora de sua área de distribuição natural, que conseguem estabelecer populações viáveis, reproduzir-se e expandir-se, causando impactos negativos sobre os ecossistemas, às espécies nativas e os serviços ecossistêmicos. Esses impactos ultrapassam a dimensão biológica e alcançam aspectos econômicos, sociais e até de saúde pública, evidenciando a complexidade do fenômeno das invasões biológicas. (IPBES, 2024; PIVELLO *et al.*, 2024).

Para Zenni *et al.*, . (2024), o caráter invasor não está relacionado apenas à origem exótica da espécie, mas principalmente à sua capacidade de dispersão e de provocar alterações ecológicas significativas nos ambientes colonizados. O conceito de espécie exótica refere-se a qualquer organismo que se encontre fora de sua área de distribuição natural, tendo sido transportado por meio de atividades humanas (RIBEIRO; TONELLA, 2023). É fundamental distinguir que nem toda espécie exótica se torna uma ameaça; no entanto, quando estas conseguem se estabelecer, reproduzir e dispersar sem controle no novo ambiente, passando a ameaçar a biota nativa e os serviços ecossistêmicos, são classificadas como espécies exóticas invasoras (MARANGONI *et al.*, 2024).

No Brasil, país reconhecido por abrigar uma das maiores biodiversidades do planeta, tem sido registrado a expansão das espécies exóticas em diferentes biomas afetado o ecossistema terrestre e aquáticos, inclusive em áreas legalmente protegidas. Estudos desenvolvidos por Ferreira *et al.* (2024) e Marangon *et al.* (2023) demonstram que a presença dessas espécies compromete a conservação da fauna e da flora nativas,

contribuindo para a degradação ambiental e para o aumento da vulnerabilidade de espécies ameaçadas de extinção.

Diante dessa realidade, surge o seguinte problema de pesquisa: quais são os principais impactos das espécies exóticas invasoras sobre o equilíbrio ecológico e quais estratégias têm sido apontadas pela literatura científica para prevenir, controlar e mitigar esses efeitos?

A importância deste estudo justifica-se pelo crescimento exponencial das invasões biológicas em um mundo globalizado, o que torna imperativo ampliar o conhecimento científico sobre os processos de colonização e seus impactos (FRANÇA, 2025). Além disso, o estudo contribui para ampliar o debate sobre a importância da prevenção e do monitoramento contínuo como instrumentos capazes de reduzir os danos causados pelas espécies invasoras. (ZENNI *et al.*, 2024; DECHOUM *et al.*, 2024). O apoio à gestão ambiental, por meio da integração entre ciência e governo, permite a implementação de estratégias preventivas e de resposta rápida, fundamentais para a conservação da biodiversidade no longo prazo (PRIP, 2018).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Impactos das Espécies Exóticas Invasoras sobre a Biodiversidade

A biodiversidade, conforme estabelecida pela Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), é definida como a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo ecossistemas terrestres, marinhos e outros complexos ecológicos, o que inclui a diversidade dentro de cada espécie, entre espécies e de ecossistemas (BRASIL, 1998). Esse patrimônio biológico representa um dos pilares fundamentais para a manutenção do equilíbrio ecológico, sendo responsável por fornecer serviços ambientais essenciais, como a regulação climática, a polinização de culturas agrícolas, a purificação das águas e o controle biológico de pragas (MEA, 2005; DIAS, 2025; GASPARINI, 2021). O Brasil assume um papel de relevância mundial inquestionável nesse cenário, pois detém a maior biodiversidade do planeta, abrigando mais de 13% da biota global e sistemas de água doce neotropicais que servem como refúgios vitais para a fauna ictícola mundial (MMA, 2028; MONTEIRO, 2022).

No entanto, a introdução de espécies exóticas invasoras (EEIs) organismos que, ao serem translocados para fora de sua área de distribuição natural, estabelecem populações autossustentáveis e causam danos constitui uma das principais ameaças a essa integridade (IPBES, 2023; PIVELLO *et al.*, 2024). A competição com espécies nativas é um dos primeiros impactos observados, ocorrendo de forma severa por recursos limitados como alimento, água, espaço físico e locais de reprodução adequados (MORO *et al.*, 2012; PIVELLO *et al.*, 2024). Muitas dessas espécies invasoras possuem uma elevada capacidade adaptativa, caracterizada por altas taxas reprodutivas, plasticidade fenotípica e ausência de predadores naturais nos novos habitats, o que lhes permite substituir gradualmente as populações nativas e simplificar funcionalmente as comunidades locais (MORO *et al.*, 2012; MONTEIRO, 2022).

A predação direta exercida por invasoras é outro mecanismo devastador, resultando no aumento da mortalidade e na redução drástica das populações autóctones. Casos como a introdução do tucunaré (*Cichla kelberi*) e do peixe-leão na costa brasileira exemplificam como predadores vorazes podem levar ao desaparecimento local de espécies e ao colapso de teias tróficas inteiras (MONTEIRO, 2022; GASPARINI; POZZETTI, 2021). Estimativas globais indicam que as invasões biológicas contribuíram diretamente para cerca de 60% das extinções documentadas de plantas e animais, evidenciando o altíssimo risco de extinção para espécies endêmicas que evoluíram sem defesas contra esses novos invasores (IPBES, 2023).

Além dos impactos demográficos, as invasões provocam danos ao nível genético por meio da hibridização. O cruzamento entre espécies invasoras e nativas como ocorre entre o javali europeu e o porco doméstico, gerando o javaporco, ou entre diferentes espécies de saguis (*Callithrix spp.*) resulta na redução da variabilidade genética e na perda da identidade genética das populações originais (MORO *et al.*, 2012; SANTANA, FONSECA; CARVALHO, 2019). Esse processo de introgressão pode levar à substituição de linhagens puras por indivíduos híbridos, comprometendo a persistência evolutiva das espécies nativas.

A disseminação de doenças também é uma consequência crítica, uma vez que espécies exóticas atuam frequentemente como vetores para a introdução de novos patógenos e parasitas. Tais agentes etiológicos, aos quais a fauna e flora nativas não possuem imunidade natural, aumentam a vulnerabilidade dos ecossistemas e podem causar surtos letais (GASPARINI; POZZETTI, 2021; PIVELLO *et al.*, 2024). Esse impacto transcende a biodiversidade selvagem, atingindo a saúde pública humana por meio da transmissão de arboviroses e zoonoses.

Em suma, as invasões biológicas são reconhecidas internacionalmente como uma das principais causas da perda de biodiversidade mundial, superadas apenas pelas mudanças no uso da terra (IPBES, 2023; CBD, 2022). No Brasil, elas representam uma ameaça constante à estabilidade dos biomas e dificultam as ações de conservação, visto que a erradicação completa de populações consolidadas é frequentemente técnica e financeiramente inviável (MORO *et al.*, 2012; PIVELLO *et al.*, 2024). Diante desse cenário, a implementação de políticas públicas rigorosas focadas na prevenção e no manejo integrado é urgente para mitigar os danos socioambientais e garantir a preservação dos serviços ecossistêmicos brasileiros para as gerações futuras.

2.2 Alterações na Dinâmica Ecológica e nos Ecossistemas

As invasões biológicas, frequentemente denominadas de poluições biológicas, quando resultantes de ações humanas intencionais ou acidentais, representam atualmente a segunda maior causa de perda de biodiversidade e extinção de espécies no planeta, sendo superadas apenas pela destruição direta de habitats (Schlindwein; Feliciano, 2023). Esse processo modifica profundamente o funcionamento dos ecossistemas ao subverter a estrutura e as funções originais, alterando a dinâmica ecológica e as interações fundamentais entre os seres vivos e o meio (PYSEK; HULME; SIMBERLOFF *et al.*, 2020).

A introdução de espécies invasoras provoca um desequilíbrio drástico nas cadeias e teias alimentares ao alterar as abundâncias relativas dos organismos e as relações tróficas originais, agindo muitas vezes como predadores de topo que não possuem inimigos naturais coevoluídos no novo ambiente (GALETTI; SAZIMA, 2006; SCHLINDWEIN; FELICIANO, 2023). Um exemplo nítido dessa alteração nas relações predador-presa ocorre com a presença de cães domésticos (*Canis familiaris*) em áreas naturais; como predadores generalistas-oportunistas, eles predam espécies nativas essenciais, como cutias e macacos, que atuam como dispersores de sementes e herbívoros (RANGEL; NEIVA, 2013; SCHLINDWEIN; FELICIANO, 2023).

A redução dessas populações gera um efeito cascata que altera os níveis tróficos, pois os carnívoros nativos, como felídeos e canídeos selvagens, perdem suas presas habituais e passam a competir diretamente com os invasores por alimento e espaço (YOUNG; OLSON; READING *et al.*, 2011; VILELA; LAMIM-GUEDES, 2014).

Além disso, predadores invasores como os cães mantêm uma pressão constante e artificial sobre a fauna nativa porque não sofrem uma "resposta numérica" (redução populacional) quando as presas escasseiam, uma vez que buscam refúgio e alimento em áreas antropizadas (HUGHES; MACDONALD, 2013; GOMPPER, 2014). Esse desequilíbrio é amplificado pela presença de outras espécies, como as pítons-birmanesas, que reduziram drasticamente populações de mamíferos em ecossistemas sensíveis, afetando toda a teia alimentar regional (DIAS, 2025).

No âmbito das relações ecológicas, muitas interações fundamentais deixam de ocorrer normalmente devido à interferência biótica dos invasores (Dáttilo; Cruz; Luna *et al.*, 2022). A competição por recursos e espaço é um dos principais mecanismos de exclusão, exemplificado pela abelha exótica *Apis mellifera*, que compete agressivamente com polinizadores nativos por néctar e locais de nidificação (LEÃO; ALMEIDA; DECHOUM *et al.*, 2011; DÁTILLO; CRUZ; LUNA *et al.*, 2022).

Já quando nos referimos ao mutualismo e a polinização, a introdução dessa abelha pode alterar as redes de interação ao favorecer a polinização de plantas exóticas invasoras em detrimento das nativas, modificando a fisionomia da vegetação local (GOULSON, 2003; SCHLINDWEIN; FELICIANO, 2023).

O parasitismo e a transmissão de patógenos são igualmente agravados, com invasores como o caramujo africano (*Achatina fulica*) e animais domésticos atuando como vetores de doenças para a fauna silvestre e para seres humanos (DIAS, 2025).

A herbivoria e a regeneração da flora são impactadas tanto pelo sobrepastoreio quanto pela ação de plantas como a Leucena (*Leucaena leucocephala*), que utiliza a alelopatia para liberar substâncias químicas no solo que inibem a germinação e o crescimento de espécies nativas, reduzindo a complexidade biológica ao redor (MACHADO, 2018; MIYAMURA *et al.*, 2019; ALVES *et al.*, 2021).

A dispersão de sementes também sofre prejuízos quando dispersores nativos são substituídos ou quando a perda de fauna nativa (defaunação) compromete a regeneração da vegetação (GERALDO *et al.*, 2025).

Essas modificações levam a mudanças severas na estrutura das comunidades biológicas, resultando na redução da riqueza de espécies e no estabelecimento de processos de dominância das invasoras, o que gera a chamada homogeneização biológica ou florística (LOWE *et al.*, 2000; ALVES *et al.*, 2021). Tais processos causam a simplificação dos ecossistemas, mantendo-os frequentemente retidos em estágios iniciais de sucessão ecológica e impedindo que atinjam a complexidade e estabilidade do sistema original (CAPINHA; ESSL; SEEBENS *et al.*, 2015; Schlindwein; Feliciano, 2023)

Os processos ecológicos fundamentais, como a ciclagem de nutrientes e a fertilidade do solo, são profundamente afetados; organismos como formigas e cupins nativos são "engenheiros do ecossistema" essenciais para a incorporação de matéria orgânica, mas sua substituição por espécies invasoras ou o uso de minhocas exóticas como *Eisenia fetida* altera a composição química e física do solo (ZHOU; DENG; ZHANG *et al.*, 2014; BACKHAUS; BRACK; VAN DEN BRINK *et al.*, 2019).

Outro processo importante a ser relacionado é o regime de incêndios que sofre alterações críticas com a invasão de gramíneas exóticas, que aumentam a carga de combustível e promovem o "ciclo gramínea-fogo", tornando as queimadas mais frequentes e intensas e impedindo o desenvolvimento de vegetação lenhosa nativa (ROCHA; ROCHA, 2019; DIAS, 2025).

No regime hídrico, invasores como o castor e a bananeira alteram a hidrologia, a qualidade da água e os processos de sedimentação de corpos d'água, comprometendo a produtividade dos ecossistemas e sua capacidade de autorregulação (ROCHA; ROCHA, 2019; DIAS, 2025).

Todas essas perdas refletem-se na degradação dos serviços ecossistêmicos, que são os benefícios que a natureza provê à sociedade e que geram custos econômicos globais superiores a US\$ 423 bilhões anuais (DIAS, 2025; FRANÇA, 2025).

A perda de polinizadores nativos impacta diretamente a polinização de culturas agrícolas e da flora silvestre, enquanto a produção de água e a conservação do solo são ameaçadas por processos erosivos e alterações na cobertura vegetal (SCHLINDWEIN; FELICIANO, 2023; DIAS, 2025). Ainda de acordo com os autores o controle biológico natural é prejudicado quando predadores de topo, como formigas de correição, desaparecem devido ao uso de agrotóxicos para o manejo de invasoras (SCHLINDWEIN; FELICIANO, 2023).

Além disso, o sequestro de carbono pode sofrer alterações devido às mudanças na biomassa vegetal dominante e nos regimes de fogo (EISENLOH *et al.*, 2013). A poluição biológica age de forma sinérgica com outros impactos humanos para degradar a biodiversidade e comprometer as funções vitais dos ecossistemas globais.

2.3 Estratégias de Prevenção, Controle, Manejo e Mitigação das Espécies

Exóticas Invasoras

De acordo com Dechoum *et al.* (2024), o processo de invasão biológica ocorre em diferentes etapas, compreendendo o transporte, a introdução, o estabelecimento e a dispersão das espécies. Os autores ressaltam que intervenções realizadas nas fases iniciais apresentam maior probabilidade de sucesso, reduzindo a necessidade de medidas de controle de longo prazo, geralmente mais complexas e onerosas.

O enfrentamento das invasões biológicas exige a implementação de um conjunto articulado de estratégias de prevenção, controle, manejo e mitigação, uma vez que a erradicação completa após a consolidação de uma espécie no ecossistema é, na maioria dos casos, inviável e extremamente custosa (TEEM *et al.*, 2020). A abordagem mais eficiente e barata reside na prevenção, sucedida por ações de detecção precoce e resposta rápida, visando eliminar o organismo antes que ele estabeleça populações autossustentáveis (THE GUARDIAN, 2024; DIAS, 2025).

Nesse contexto, Dias (2025) destaca que estratégias como barreiras sanitárias, fiscalização do comércio de espécies exóticas, controle populacional, erradicação localizada e monitoramento permanente constituem importantes instrumentos para minimizar os impactos ecológicos das invasões biológicas. Entretanto, sua efetividade depende da continuidade das ações, da disponibilidade de recursos financeiros e da integração entre órgãos ambientais, instituições científicas e sociedade civil.

Pivello *et al.* (2024) observam que a maioria das espécies invasoras responsáveis por impactos ambientais no Brasil possui relevância econômica, tendo sido introduzida

intencionalmente para atividades produtivas, ornamentais ou recreativas. Essa realidade demonstra que as estratégias de manejo devem considerar não apenas aspectos ecológicos, mas também fatores econômicos e sociais, buscando alternativas sustentáveis que conciliem conservação ambiental e desenvolvimento.

Marangon *et al.* (2023) evidenciam que parte significativa das ações previstas nos Planos de Ação Nacional para conservação das espécies ameaçadas apresenta baixo grau de implementação, revelando dificuldades operacionais e institucionais na execução das medidas de controle. Tal cenário reforça a necessidade de fortalecimento das políticas públicas e da articulação entre diferentes instituições responsáveis pela gestão ambiental.

Além disso, Andrade *et al.* (2025) destacam que o controle das espécies invasoras também contribui para a proteção da saúde pública, especialmente quando essas espécies atuam como vetores de doenças ou provocam alterações ambientais que favorecem a proliferação de agentes patogênicos. Dessa forma, o manejo adequado das invasões biológicas representa uma estratégia essencial para a preservação da biodiversidade e para a proteção das populações humanas.

2.4 Políticas Públicas, Monitoramento e Educação Ambiental Como Instrumentos de Conservação da Biodiversidade

O combate às invasões biológicas no Brasil e a consequente proteção da biodiversidade dependem fundamentalmente da articulação entre um arcabouço legal robusto, o monitoramento técnico rigoroso e o engajamento social por meio da educação ambiental (FRANÇA, 2025).

A governança ambiental brasileira tem como um de seus pilares a Lei nº 6.938/1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente e estabeleceu o Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama), sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 1981; ALVES *et al.*, 2021).

Complementarmente, a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998) tipifica como infração a introdução de espécies no país sem parecer técnico favorável, enquanto o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), regido pela Lei nº 9.985/2000, determina que a administração de áreas protegidas deve adotar medidas para impedir a dispersão de espécies invasoras em seus territórios (RIBEIRO; TONELLA, 2023).

Um marco importante para o tema foi a criação da Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras, instituída pela Resolução CONABIO nº 05/2009 e

atualizada pela Resolução nº 07/2018, que orienta a implementação de planos para reduzir os impactos dessas espécies sobre o patrimônio natural. (CONABIO, 2018).

A execução dessas políticas recai sobre órgãos como o IBAMA, responsável pela fiscalização e controle, e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), que atua na gestão direta das Unidades de Conservação e na coordenação de Planos de Ação Nacional (PANs) para a preservação de espécies ameaçadas (MARANGON *et al.*, 2023).

Segundo Zenni *et al.* (2024), o Brasil apresenta ampla distribuição de espécies exóticas invasoras em diferentes biomas e ecossistemas, tornando indispensável a implementação de estratégias nacionais de prevenção, monitoramento e controle. Os autores ressaltam que o conhecimento sobre a distribuição dessas espécies e suas tendências de expansão permite direcionar ações prioritárias e otimizar a aplicação dos recursos públicos destinados à conservação ambiental.

No entanto, o sucesso dessas ações depende de um monitoramento ambiental contínuo, uma vez que a detecção precoce e a resposta rápida são as estratégias mais eficazes e de menor custo para evitar o estabelecimento de populações invasoras (MARANGON *et al.*, 2023; DIAS, 2025).

Esse monitoramento é viabilizado por inventários detalhados e pelo uso de geotecnologias, como o sensoriamento remoto, drones para mapeamento de áreas invadidas e aplicativos com GPS, como MapIt ou Avenza Maps, que auxiliam na atualização de bases de dados georreferenciadas (FRANÇA *et al.*, 2020).

A ciência cidadã também desempenha um papel fundamental, permitindo que a sociedade contribua com registros em tempo real por meio de sistemas de alerta, como o Sistema Integrado de Manejo de Fauna (SIMAF), utilizado para o monitoramento de espécies como o javali (IBAMA, 2013; LOPO *et al.*, 2023). Aliado à vigilância técnica, o pilar da educação ambiental é indispensável para sensibilizar a população sobre os riscos da chamada "poluição biológica", muitas vezes negligenciada por envolver espécies de uso ornamental, alimentar ou doméstico (RIBEIRO; TONELLA, 2023).

A conscientização deve abranger escolas, visando a formação de uma consciência ecológica crítica, e setores estratégicos como produtores rurais, pescadores e turistas, que podem atuar como agentes ativos na prevenção e no controle de propágulos em áreas naturais. Instrumentos econômicos e tributários também podem ser explorados pelo poder público para incentivar boas práticas conservacionistas em propriedades privadas (MAGALHÃES; SILVA-FORSBERG, 2016).

De acordo com França (2025) a conservação da biodiversidade demonstra que políticas públicas isoladas não são suficientes, sendo imperativa a integração entre a pesquisa científica, os órgãos ambientais e a sociedade para que as ações de controle sejam eficientes e adaptativas. Ainda de acordo com o autor a proteção dos ecossistemas e dos serviços ecossistêmicos essenciais à vida humana exige, portanto, um compromisso contínuo, proativo e baseado em evidências para salvaguardar a integridade biológica do território brasileiro.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Analisar os impactos das espécies invasoras no equilíbrio ecológico, destacando suas consequências para a biodiversidade e para a dinâmica dos ecossistemas naturais.

3.2 Objetivos Específicos

- Identificar os principais impactos das espécies exóticas invasoras sobre a biodiversidade e a conservação das espécies nativas.
- Analisar as alterações provocadas pelas espécies invasoras na dinâmica ecológica dos ecossistemas, incluindo modificações nas cadeias alimentares, nas relações ecológicas e na estrutura das comunidades biológicas.
- Descrever as principais estratégias de prevenção, controle, manejo e mitigação das espécies exóticas invasoras apontadas na literatura científica.
- Discutir a importância das políticas públicas, do monitoramento ambiental e da educação ambiental como instrumentos para a conservação da biodiversidade e o enfrentamento das invasões biológicas.

4. METODOLOGIA

4.1 Tipo de pesquisa

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de abordagem qualitativa, de natureza descritiva e exploratória, desenvolvido por meio de uma revisão integrativa da literatura. Esse tipo de revisão permite reunir, sintetizar e analisar criticamente os conhecimentos científicos produzidos sobre determinada temática, proporcionando uma compreensão ampla e sistematizada acerca dos impactos das espécies exóticas invasoras sobre o equilíbrio ecológico. Para sua condução, foram adotados os pressupostos metodológicos propostos por Whitemore e Knafl (2005) e por Souza, Silva e Carvalho (2010), contemplando as etapas de definição do problema, busca na literatura, seleção dos estudos, análise dos dados e síntese dos resultados.

4.2 Área de estudo

O estudo está inserido no campo das Ciências Biológicas, com enfoque na Ecologia e na Conservação da Biodiversidade. A pesquisa concentra-se na análise dos impactos ambientais decorrentes da introdução e do estabelecimento de espécies exóticas invasoras em ecossistemas naturais, reconhecidas como uma das principais ameaças à conservação da biodiversidade em escala mundial.

4.3 Fontes de dados

As buscas bibliográficas foram realizadas nas bases de dados científicas SciELO e PubMed, além do mecanismo de busca acadêmico Google Scholar, utilizando computador com acesso à internet. A coleta das publicações foi realizada no período de junho de 2026.

4.4 Delimitação temporal e idiomas

Foram considerados estudos publicados entre os anos de 2023 e 2025, nos idiomas português, inglês e espanhol. A delimitação temporal teve como finalidade reunir evidências científicas recentes sobre a temática, contemplando os avanços mais atuais relacionados às invasões biológicas, seus impactos ecológicos e as estratégias de manejo e conservação.

4.5 Estratégia de busca

A busca dos estudos foi realizada mediante a utilização de descritores relacionados ao tema, combinados com os operadores booleanos AND e OR, visando ampliar e refinar os resultados obtidos.

Os principais descritores utilizados foram:

- espécies exóticas invasoras;
- invasões biológicas;
- biodiversidade;
- equilíbrio ecológico;
- espécies invasoras AND biodiversidade;
- espécies exóticas invasoras AND ecossistemas;
- biological invasions AND biodiversity.

4.6 Critérios de inclusão e Exclusão

Foram incluídos nesse trabalho, artigos científicos completos, capítulos de livros, relatórios técnicos. Além disso, os estudos publicados entre 2023 e 2025, publicados em português, inglês e espanhol, trabalhos disponíveis na íntegra e estudos diretamente relacionados aos impactos das espécies exóticas invasoras sobre a biodiversidade, a dinâmica dos ecossistemas, as estratégias de prevenção, controle, manejo e mitigação, bem como às políticas públicas voltadas ao enfrentamento das invasões biológicas.

Foram excluídos estudos duplicados, publicações que não apresentavam relação direta com os objetivos desta pesquisa e artigos publicados anterior a 2023.

4.7 Seleção dos estudos

A seleção dos estudos ocorreu em três etapas. Inicialmente, realizou-se a leitura dos títulos das publicações identificadas, sendo excluídos os trabalhos não relacionados ao tema. Em seguida, procedeu-se à leitura dos resumos para verificar sua adequação aos objetivos da pesquisa. Por fim, os estudos considerados elegíveis foram submetidos à leitura na íntegra, compondo o corpus da revisão.

4.8 Organização dos dados

As informações extraídas dos estudos selecionados foram registradas em fichamentos contendo: autoria; ano de publicação; objetivo; metodologia utilizada e principais resultados.

Posteriormente, foi elaborado um quadro comparativo, permitindo a sistematização das evidências científicas e a identificação de convergências e divergências entre os estudos analisados.

Os dados foram analisados por meio da análise temática. As informações foram agrupadas conforme a similaridade dos conteúdos, originando categorias relacionadas:

- aos impactos das espécies exóticas invasoras sobre a biodiversidade;
- às alterações na dinâmica ecológica dos ecossistemas;
- às estratégias de prevenção, controle, manejo e mitigação;
- ao papel das políticas públicas, do monitoramento ambiental e da educação ambiental na conservação da biodiversidade.

Essa organização possibilitou uma análise crítica e integrada da literatura, contribuindo para o alcance dos objetivos propostos e para uma compreensão mais ampla dos efeitos das invasões biológicas sobre o equilíbrio ecológico.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização dos estudos selecionados

Os estudos incluídos nesta revisão integrativa foram publicados entre os anos de 2023 e 2025 e apresentam predominância de pesquisas desenvolvidas no contexto brasileiro, evidenciando o crescente interesse da comunidade científica pelos impactos das espécies exóticas invasoras (EEIs) sobre a biodiversidade e o equilíbrio ecológico (Quadro 1). As investigações abrangem diferentes ecossistemas, incluindo unidades de conservação, bacias hidrográficas, ambientes urbanos, áreas de proteção ambiental e ecossistemas aquáticos e terrestres distribuídos em diversas regiões do país.

Observou-se significativa diversidade metodológica entre os trabalhos analisados, contemplando revisões bibliográficas e sistemáticas, levantamentos ecológicos de campo, estudos geossistêmicos, análises documentais, pesquisas moleculares baseadas em DNA mitocondrial (DNA *barcoding*) e avaliações de políticas públicas. Essa variedade de abordagens permitiu compreender o fenômeno das invasões biológicas sob diferentes perspectivas, envolvendo aspectos ecológicos, ambientais, sanitários, econômicos e institucionais (ANDRADE *et al.*, 2025; MARANGONI *et al.*, 2024).

Entre os estudos selecionados, destacam-se pesquisas voltadas à identificação e distribuição de espécies invasoras em ambientes naturais, como as desenvolvidas por Feliciano e Schlindwein (2024) e Ferreira *et al.* (2024), bem como revisões direcionadas à dispersão de organismos invasores em ecossistemas aquáticos, a exemplo do trabalho de Marangoni *et al.* (2024) sobre o mexilhão-dourado. Também foram incluídas pesquisas que empregaram técnicas de biologia molecular para detectar espécies exóticas comercializadas em mercados, evidenciando o potencial dessas ferramentas para o monitoramento da biodiversidade (SOUSA *et al.*, 2025).

Além dos aspectos ecológicos, os estudos analisados contemplam importantes dimensões relacionadas à gestão ambiental. Marangoni *et al.* (2023) avaliaram a inserção de ações voltadas ao controle das espécies exóticas invasoras nos Planos de Ação Nacional (PANs), enquanto Ribeiro e Tonella (2023) discutiram a efetividade do ordenamento jurídico brasileiro e internacional frente aos desafios impostos pelas invasões biológicas. Complementarmente, Andrade *et al.* (2025) destacaram a interface entre conservação da biodiversidade e saúde pública, ao evidenciarem o papel de espécies invasoras na disseminação de zoonoses.

Quadro 1 : Caracterização dos estudos.

Autoria	Objetivo	Metodologia	Principais Resultados
Andrade <i>et al.</i> , 2025	Investigar a incidência e os métodos de introdução de fauna exótica invasora no Brasil, focando em vetores de doenças e riscos à saúde pública.	Revisão bibliográfica e análise de dados sobre impactos ambientais, sociais e econômicos, além da avaliação de métodos de controle.	Foram catalogadas 275 espécies invasoras no Brasil, destacando-se o papel de mosquitos (<i>Aedes</i>), ratos e o caramujo-gigante-africano na disseminação de zoonoses graves.
Feliciano; Schlindwein, 2024	Elaborar uma lista de espécies exóticas com potencial invasor no campus da UFSCar (São Carlos/SP) e discutir seus impactos locais.	Levantamento de dados via observações em campo (áreas naturais e antrópicas) entre 2017 e 2019, complementado por literatura especializada e consulta a especialistas.	Identificação de 27 espécies, incluindo mamíferos, aves, peixes e invertebrados; destacou-se o alto potencial invasor de roedores, pombos e do caramujo africano, além dos impactos de cães e gatos domésticos sobre a fauna nativa.
Ferreira <i>et al.</i> , 2024	Analisar os impactos das espécies vegetais exóticas invasoras na APA do Maracanã (São Luís/MA) e identificar como afetam o ecossistema local.	Abordagem geossistêmica com revisão de literatura, mapeamento e coleta de dados em campo utilizando o método de transectos e quadrantes.	Identificação de sete espécies invasoras, com predominância de <i>Robinia pseudoacacia</i> (falsa acácia) e <i>Albizia lebbek</i> ; observou-se que o desmatamento e a urbanização facilitam a expansão dessas plantas.
Marangon <i>et al.</i> , 2023	Identificar e quantificar ações voltadas ao manejo de espécies exóticas invasoras (EEIs) nos Planos de Ação Nacional (PANs) para espécies ameaçadas.	Análise de 53 PANs publicados e das fichas de 1.173 espécies ameaçadas no sistema SALVE do ICMBio, avaliando o andamento das ações propostas.	EEIs ameaçam 16% das espécies da fauna brasileira; existem 158 ações de combate a EEIs em 35 PANs, mas 43% delas apresentam problemas de implementação por falta de recursos e articulação.
Marangoni <i>et al.</i> , 2024	Realizar uma revisão sobre as características e a distribuição geográfica do mexilhão dourado (<i>Limnoperna fortunei</i>) nas bacias hidrográficas do Brasil.	Revisão bibliográfica sistemática de publicações entre 2002 e 2023 nas bases CAPES, SciELO e Google Acadêmico, seguida de mapeamento.	A espécie já infestou sete das doze bacias hidrográficas brasileiras; concluiu-se que atividades humanas (como águas de lastro) são os principais vetores e que não há um controle eficaz estabelecido.
Moreira; Silva, 2023	Apresentar 12 espécies de peixes exóticos invasores em águas brasileiras e discutir os impactos de sua introdução e criação.	Levantamento de trabalhos nacionais e internacionais para a composição de uma cartilha didática baseada em espécies com histórico de escape de pisciculturas.	Espécies como Tilápia e Carpas causam predação de nativos, competição e alteração da qualidade da água; o estudo aponta riscos em flexibilizações recentes na legislação aquícola.
Ribeiro; Tonella, 2023	Analisar as consequências ambientais das EEIs e a eficácia do ordenamento jurídico brasileiro e internacional para lidar com o problema.	Pesquisa qualitativa e descritiva baseada em análise bibliográfica e documental de leis, tratados internacionais e normas infraconstitucionais.	Identificação de lacunas entre o conhecimento científico e a formulação de leis; a legislação brasileira é abrangente, mas falha na fiscalização e na integração entre ciência e gestão pública.
Sousa <i>et al.</i> , 2025	Identificar molecularmente espécies de crustáceos comercializados em Bragança (PA) para detectar a presença de espécies exóticas e diversidade críptica.	Análise de DNA mitocondrial (gene COI) de 137 espécimes coletados em mercados e no ambiente natural, utilizando ferramentas de delimitação de espécies e filogenia.	Identificação de 15 espécies de crustáceos, sendo seis classificadas como exóticas (como o camarão-tigre <i>Penaeus monodon</i>); revelou-se que nomes comerciais genéricos ocultam a invasão biológica.
Fernandes <i>et al.</i> , 2025	Alertar sobre a expansão da planta invasora <i>Leucena</i> (<i>Leucaena leucocephala</i>) na Serra do Cipó (MG) e propor medidas de controle.	Levantamento de campo em um trecho de 28 km da rodovia MG-010, com registro da distribuição, frequência e potencial reprodutivo (contagem de sementes) da espécie.	Registro de 340 indivíduos adultos com alto potencial alelopático e reprodutivo; recomenda-se manejo integrado urgente para evitar a homogeneização da paisagem e proteger espécies endêmicas.

Fonte: Próprios autores (2026).

De forma geral, a distribuição temática dos estudos demonstra que as espécies exóticas invasoras constituem um problema multidimensional, cujos impactos extrapolam a perda de biodiversidade e alcançam aspectos relacionados à saúde pública, à segurança alimentar, à economia, ao manejo dos recursos naturais e à formulação de políticas ambientais. Essa diversidade de enfoques evidencia a complexidade do fenômeno das invasões biológicas e reforça a necessidade de abordagens integradas para sua prevenção, monitoramento e controle.

5.2 Impactos das espécies exóticas invasoras sobre a biodiversidade

As evidências reunidas nos estudos analisados demonstram que as espécies exóticas invasoras (EEIs) constituem uma das principais ameaças à conservação da biodiversidade, provocando alterações significativas na composição, estrutura e funcionamento dos ecossistemas. Embora os mecanismos de impacto variem conforme as características biológicas das espécies invasoras e dos ambientes colonizados, os trabalhos convergem ao indicar que essas invasões comprometem a manutenção das populações nativas, reduzem a diversidade biológica e dificultam a conservação dos ecossistemas brasileiros (ANDRADE *et al.*, 2025; RIBEIRO; TONELLA, 2023).

Entre os principais mecanismos responsáveis pela perda da biodiversidade destaca-se a competição interespecífica por recursos essenciais, como alimento, água, espaço e locais de reprodução. De acordo com Ferreira *et al.* (2024) e Fernandes *et al.* (2025), muitas espécies invasoras apresentam elevada plasticidade ecológica, rápido crescimento populacional e alta capacidade de adaptação, características que lhes conferem vantagem competitiva sobre as espécies nativas. Como consequência, ocorre a substituição gradual da biota original, reduzindo a riqueza de espécies e favorecendo processos de homogeneização biológica.

Outro impacto amplamente evidenciado refere-se à predação exercida pelas espécies invasoras sobre a fauna nativa. Feliciano e Schlindwein (2024) observaram que espécies como cães e gatos domésticos, quando presentes em áreas naturais, exercem intensa pressão predatória sobre aves, pequenos mamíferos, répteis e outros vertebrados silvestres, comprometendo populações já vulneráveis. De forma semelhante, Moreira e Silva (2023) destacam que peixes exóticos, como a tilápia e as carpas, predam ovos, larvas e juvenis de espécies nativas, além de competir diretamente por alimento e abrigo, provocando alterações na estrutura das comunidades aquáticas.

Além dos impactos diretos sobre a fauna, os estudos demonstram que as invasões biológicas também promovem profundas modificações na vegetação e nos habitats naturais. Ferreira *et al.* (2024) verificaram que espécies vegetais invasoras favorecem a substituição da flora nativa em áreas protegidas, especialmente em ambientes submetidos ao desmatamento e à expansão urbana. Da mesma forma, Fernandes *et al.* (2025) demonstraram que a Leucena (*Leucaena leucocephala*) apresenta elevado potencial invasor em razão de sua intensa capacidade reprodutiva e da produção de compostos alelopáticos, que inibem a germinação e o desenvolvimento de espécies nativas, reduzindo a diversidade florística e comprometendo a regeneração natural dos ecossistemas.

Outro aspecto relevante identificado na literatura refere-se aos riscos sanitários associados às espécies invasoras. Andrade *et al.* (2025) destacam que diversas espécies exóticas atuam como hospedeiras ou vetores de agentes patogênicos, favorecendo a disseminação de zoonoses de importância para a saúde pública. Mosquitos do gênero *Aedes*, ratos e o caramujo-gigante-africano constituem exemplos de organismos capazes de ampliar a circulação de doenças e aumentar os riscos tanto para as populações humanas quanto para a fauna silvestre, evidenciando que os impactos das invasões biológicas extrapolam a dimensão ecológica.

Os estudos também revelam que determinadas invasões permanecem pouco perceptíveis pelos métodos tradicionais de monitoramento. Sousa *et al.* (2025), por meio de análises de DNA mitocondrial, identificaram espécies exóticas de crustáceos comercializadas sob denominações genéricas em mercados da região amazônica. Esse resultado evidencia que ferramentas moleculares representam importantes instrumentos para detectar invasões biológicas crípticas, subsidiando ações de fiscalização, monitoramento e conservação da biodiversidade.

De maneira geral, os estudos analisados demonstram que os impactos das espécies exóticas invasoras ocorrem de forma integrada e cumulativa. A competição por recursos, a predação, a alteração dos habitats, a disseminação de doenças e a redução da diversidade genética atuam simultaneamente, intensificando os processos de degradação ambiental. Esses resultados reforçam que as invasões biológicas representam um dos maiores desafios para a conservação da biodiversidade no Brasil, exigindo ações contínuas de prevenção, monitoramento e manejo para minimizar seus efeitos sobre os ecossistemas naturais.

5.3 Alterações na dinâmica ecológica dos ecossistemas

As evidências científicas analisadas demonstram que as espécies exóticas invasoras promovem profundas alterações na dinâmica ecológica dos ecossistemas brasileiros, afetando processos essenciais para sua manutenção, estabilidade e capacidade de regeneração. Os estudos indicam que essas alterações não se restringem à redução da biodiversidade, mas envolvem mudanças nas cadeias alimentares, nas relações ecológicas, na estrutura das comunidades biológicas e no funcionamento dos processos ecológicos, comprometendo a resiliência dos ambientes naturais.

Um dos principais efeitos observados refere-se às alterações nas cadeias e teias alimentares. A introdução de espécies invasoras modifica as relações entre predadores e presas, interferindo no fluxo de energia e na dinâmica das populações naturais. Moreira e Silva (2023) destacam que peixes exóticos, como a tilápia e as carpas, competem por alimento e predam ovos, larvas e juvenis de espécies nativas, provocando desequilíbrios nas comunidades aquáticas. De forma semelhante, Feliciano e Schlindwein (2024) verificaram que cães e gatos domésticos estabelecidos em ambientes naturais exercem intensa pressão predatória sobre aves, pequenos mamíferos, répteis e outros vertebrados silvestres, reduzindo populações de espécies que desempenham importantes funções ecológicas, como a dispersão de sementes e o controle de insetos.

As invasões biológicas também alteram significativamente as relações ecológicas existentes entre as espécies. A competição por recursos essenciais, como alimento, água, luz e espaço, favorece o estabelecimento das espécies invasoras em detrimento das espécies nativas. Segundo Ferreira *et al.* (2024), a expansão de plantas exóticas em áreas protegidas reduz a disponibilidade de recursos para a vegetação nativa, modificando a composição florística e comprometendo processos ecológicos como a sucessão vegetal e a regeneração natural. Fernandes *et al.* (2025) complementam que a *Leucena* (*Leucaena leucocephala*) apresenta elevada capacidade competitiva em razão da produção de substâncias alelopáticas, que inibem a germinação de outras espécies e favorecem a formação de povoamentos praticamente monoespecíficos.

Outra consequência recorrente observada nos estudos refere-se às modificações na estrutura das comunidades biológicas. À medida que as espécies invasoras se estabelecem e ampliam sua distribuição, ocorre a redução da riqueza de espécies, a simplificação das comunidades e a substituição gradual da biota nativa. Esse processo resulta na homogeneização biótica, caracterizada pelo predomínio de poucas espécies amplamente distribuídas em detrimento de espécies endêmicas ou restritas a

determinados ecossistemas, reduzindo a diversidade funcional e a estabilidade ecológica (FERREIRA *et al.*, 2024; FERNANDES *et al.*, 2025).

Além das alterações nas interações biológicas, as espécies invasoras interferem diretamente em importantes processos ecológicos. Marangoni *et al.* (2024) demonstram que o mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) modifica a estrutura física dos ambientes aquáticos ao aderir a diferentes substratos, alterando a ciclagem de nutrientes, o fluxo de energia e a disponibilidade de recursos para outras espécies. Em ambientes dulcícolas, Moreira e Silva (2023) ressaltam que o escape de peixes provenientes da aquicultura pode comprometer a qualidade da água por meio do aumento da matéria orgânica e da alteração de parâmetros físico-químicos, favorecendo processos de eutrofização e reduzindo a qualidade ambiental.

Nos ecossistemas terrestres, os impactos também se refletem sobre a estrutura da paisagem. Ferreira *et al.* (2024) observaram que o avanço de espécies vegetais invasoras está associado ao desmatamento e à expansão urbana, fatores que favorecem a fragmentação dos habitats e reduzem a capacidade de regeneração da vegetação nativa. Da mesma forma, Fernandes *et al.* (2025) destacam que a expansão da *Leucena* na Serra do Cipó ameaça espécies endêmicas dos campos rupestres, altera a fisionomia da paisagem e compromete importantes serviços ecossistêmicos, como a conservação do solo, a manutenção da biodiversidade e a estabilidade dos processos ecológicos.

Em conjunto, os estudos evidenciam que as espécies exóticas invasoras desencadeiam alterações sistêmicas que afetam simultaneamente diferentes componentes dos ecossistemas. As mudanças nas cadeias alimentares, nas relações ecológicas, na estrutura das comunidades biológicas e nos processos ecológicos reduzem a resiliência ambiental e dificultam a recuperação dos ambientes degradados. Esses resultados reforçam que os impactos das invasões biológicas extrapolam a presença das espécies invasoras, comprometendo o funcionamento dos ecossistemas e a oferta de serviços ecossistêmicos essenciais para a conservação da biodiversidade e o bem-estar humano.

5.4 Políticas públicas, monitoramento e educação ambiental como instrumentos de conservação da biodiversidade

As políticas públicas, o monitoramento ambiental contínuo e a educação ambiental constituem, segundo a literatura analisada, os principais instrumentos para a conservação da biodiversidade frente às ameaças representadas pelas espécies exóticas invasoras (EEIs). Os estudos convergem ao demonstrar que, embora o Brasil possua um

arcabouço legal relativamente amplo e estratégias nacionais voltadas ao enfrentamento das invasões biológicas, a efetividade dessas iniciativas ainda é limitada por dificuldades de implementação, insuficiência de recursos financeiros, descontinuidade administrativa e reduzida integração entre o conhecimento científico e a gestão pública.

No âmbito das políticas públicas, Ribeiro e Tonella (2023) destacam que o Brasil é signatário da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) e dispõe de instrumentos normativos específicos para o gerenciamento das espécies exóticas invasoras, como a Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras, instituída pela Resolução CONABIO nº 07/2018. Entretanto, os autores ressaltam que ainda existe uma lacuna significativa entre a formulação das normas e sua efetiva implementação, comprometendo a proteção dos ecossistemas. Segundo os autores, parte das legislações infraconstitucionais apresenta fragilidades decorrentes da limitada incorporação de evidências técnico-científicas durante sua elaboração.

Essa problemática também é evidenciada por Moreira e Silva (2023), que discutem os impactos de alterações recentes na legislação aquícola brasileira. Os autores alertam que medidas como o Decreto nº 10.576/2020 e propostas de flexibilização do cultivo de peixes exóticos em reservatórios podem favorecer a introdução e dispersão de espécies invasoras, ampliando os riscos ecológicos e comprometendo a conservação da ictiofauna nativa. Na perspectiva dos autores, políticas públicas voltadas ao desenvolvimento econômico devem incorporar critérios de segurança biológica, de forma a compatibilizar a produção aquícola com a conservação ambiental.

A análise da gestão institucional também evidencia importantes desafios. Marangon *et al.* (2023), ao avaliarem os Planos de Ação Nacional (PANs) para espécies ameaçadas, identificaram que as espécies exóticas invasoras representam ameaça para aproximadamente 16% das espécies da fauna contempladas nesses instrumentos. Embora tenham sido registradas diversas ações destinadas ao controle dessas espécies, aproximadamente 43% apresentavam dificuldades de implementação, principalmente em razão da limitação de recursos financeiros, da insuficiente articulação entre instituições e da ausência de monitoramento contínuo. Esses resultados demonstram que a existência de políticas públicas, por si só, não garante sua efetividade, sendo indispensável o fortalecimento da capacidade operacional dos órgãos responsáveis.

O monitoramento ambiental é apontado como um dos pilares para a prevenção e o controle das invasões biológicas, uma vez que possibilita a detecção precoce de novas introduções e reduz significativamente os custos associados ao manejo de populações já

estabelecidas. Fernandes *et al.* (2025) propõem a utilização de tecnologias como drones, geoprocessamento e mapeamento sistemático das áreas invadidas, além da criação de bancos de dados públicos que subsidiem a tomada de decisões pelos órgãos ambientais. De forma complementar, Sousa *et al.* (2025) demonstram que técnicas moleculares, como o DNA barcoding, representam ferramentas eficientes para identificar invasões biológicas de difícil detecção, especialmente no comércio de organismos aquáticos, onde a utilização de nomes populares pode ocultar a presença de espécies exóticas.

Marangoni *et al.* (2024) reforçam que o monitoramento contínuo das populações invasoras deve envolver diferentes instituições e setores da sociedade, especialmente em ambientes aquáticos suscetíveis à dispersão por atividades humanas, como o transporte por águas de lastro. Os autores ressaltam que o acompanhamento sistemático das populações invasoras fornece informações essenciais para orientar estratégias de controle, avaliar a eficácia das intervenções e prevenir novas invasões.

A educação ambiental também emerge como um componente indispensável para o enfrentamento das invasões biológicas. Feliciano e Schlindwein (2024) observam que grande parte da população ainda não reconhece as espécies exóticas invasoras como uma ameaça à biodiversidade, principalmente quando essas espécies possuem valor ornamental, econômico ou afetivo, como ocorre com animais domésticos e determinadas plantas utilizadas no paisagismo. Os autores argumentam que programas de educação ambiental voltados às comunidades do entorno de áreas naturais podem reduzir significativamente a introdução de novas espécies e fortalecer a participação social nas ações de conservação.

De maneira semelhante, Andrade *et al.* (2025) destacam que os impactos provocados pela fauna exótica invasora extrapolam a dimensão ecológica e alcançam a saúde pública, reforçando a necessidade de ações integradas entre órgãos governamentais, instituições de pesquisa e sociedade. Ferreira *et al.* (2024) complementam essa perspectiva ao demonstrar que processos como o desmatamento e a expansão urbana favorecem a dispersão de plantas invasoras, evidenciando que medidas educativas e ações de planejamento ambiental devem ser desenvolvidas de forma conjunta para reduzir os fatores que favorecem as invasões biológicas.

Em síntese, os estudos analisados convergem ao demonstrar que a conservação da biodiversidade frente às espécies exóticas invasoras depende da integração entre produção científica, políticas públicas efetivas, monitoramento ambiental permanente e educação ambiental. O fortalecimento desses instrumentos amplia a capacidade de

prevenção, favorece a implementação de estratégias de manejo e contribui para a construção de políticas ambientais fundamentadas em evidências científicas, promovendo a conservação dos ecossistemas brasileiros em longo prazo.

5.5 Convergências, divergências e lacunas do conhecimento entre os estudos analisados

A análise comparativa dos estudos incluídos nesta revisão permite identificar, para além da descrição isolada dos achados, importantes convergências, divergências, limitações metodológicas e lacunas de conhecimento que merecem ser destacadas de forma crítica.

Quanto às convergências, observa-se que, independentemente do grupo taxonômico ou do ecossistema estudado, os trabalhos de Andrade *et al.* (2025), Ribeiro e Tonella (2023), Ferreira *et al.* (2024) e Fernandes *et al.* (2025) convergem ao apontar mecanismos semelhantes de impacto das espécies exóticas invasoras competição por recursos, predação e alteração de habitats como responsáveis pela perda de biodiversidade em contextos ecológicos distintos (ambientes aquáticos, terrestres e áreas protegidas). Da mesma forma, no âmbito da gestão pública, Marangon *et al.* (2023) e Ribeiro e Tonella (2023) convergem ao demonstrar que a existência de instrumentos legais não é suficiente para garantir a efetividade do controle das invasões biológicas, havendo consenso entre os autores quanto à lacuna entre a formulação normativa e sua implementação prática.

Já quanto às divergências, nota-se que os estudos analisados diferem substancialmente em relação ao desenho metodológico e ao nível de evidência produzido. Enquanto Sousa *et al.* (2025) empregam ferramentas moleculares (DNA barcoding) para identificar invasões biológicas crípticas, conferindo maior robustez analítica aos resultados, estudos como os de Feliciano e Schlindwein (2024) e Ribeiro e Tonella (2023) baseiam-se predominantemente em levantamentos documentais e bibliográficos, sem verificação direta em campo. Essa disparidade metodológica dificulta a comparação do grau de confiabilidade entre os achados. Divergem também quanto à escala de análise: enquanto Marangoni *et al.* (2024) e Fernandes *et al.* (2025) concentram-se em uma única espécie invasora (respectivamente, o mexilhão-dourado e a *Leucena*), Andrade *et al.* (2025) adotam uma abordagem mais ampla, contemplando múltiplos táxons e vetores de doenças, o que limita a possibilidade de generalizar conclusões específicas para o conjunto da literatura.

No que se refere às limitações das pesquisas incluídas, verifica-se que a maior parte dos estudos possui caráter descritivo, documental ou de estudo de caso, restrito a uma única localidade, unidade de conservação ou bacia hidrográfica, o que compromete a representatividade dos resultados em escala nacional. Observa-se, ainda, escassez de dados quantitativos padronizados sobre a magnitude dos impactos (por exemplo, taxas de declínio populacional ou custos econômicos das invasões), o que dificulta a comparação objetiva entre os estudos e a realização de sínteses quantitativas mais robustas, como as empregadas em metanálises.

Por fim, destacam-se algumas lacunas de conhecimento relevantes para pesquisas futuras: a ausência de protocolos padronizados de monitoramento e quantificação de impactos entre diferentes regiões do país; a concentração dos estudos em determinados biomas e regiões, com sub-representação de áreas como o Cerrado, a Caatinga e o Pantanal; a escassez de pesquisas que avaliem, com indicadores longitudinais, a efetividade das políticas públicas de controle de espécies invasoras; e a limitada integração entre os impactos ecológicos e sanitários das invasões biológicas, tema abordado de forma isolada apenas por Andrade *et al.* (2025). Essas lacunas reforçam a necessidade de estudos futuros com desenhos mais integrativos e quantitativos, capazes de subsidiar de forma mais consistente a tomada de decisão em políticas de conservação da biodiversidade.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão integrativa permitiu analisar os impactos das espécies exóticas invasoras sobre o equilíbrio ecológico no Brasil, evidenciando que essas espécies representam uma das principais ameaças à biodiversidade e ao funcionamento dos ecossistemas. Os estudos analisados demonstraram que as invasões biológicas provocam alterações nas cadeias alimentares, nas relações ecológicas, na estrutura das comunidades biológicas e nos habitats naturais, comprometendo a conservação das espécies nativas.

Além disso, verificou-se que estratégias como a prevenção, o monitoramento contínuo, o manejo integrado e a restauração de áreas degradadas são fundamentais para minimizar os impactos das espécies invasoras. A literatura também destaca a importância do fortalecimento das políticas públicas, da fiscalização e da educação ambiental como instrumentos essenciais para prevenir novas invasões e promover a conservação da biodiversidade.

Cabe ressaltar que esta revisão integrativa apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação de seus resultados. A busca bibliográfica restringiu-se a duas bases de dados científicas (SciELO e PubMed) e ao mecanismo de busca Google Scholar, o que pode não abranger a totalidade da produção científica disponível sobre a temática em outras bases indexadoras. Além disso, a delimitação temporal adotada, compreendendo estudos publicados entre 2023 e 2025, privilegiou evidências recentes, mas restringiu a análise de publicações anteriores que poderiam agregar maior profundidade histórica à discussão. Some-se a isso o fato de que os critérios de inclusão e exclusão utilizados, embora tenham assegurado a pertinência temática dos estudos selecionados, resultaram em uma amostra relativamente reduzida e concentrada em determinadas regiões do país, o que pode limitar a generalização das conclusões para a totalidade do território brasileiro. Recomenda-se que revisões futuras ampliem o número de bases consultadas, o período de publicação analisado e adotem critérios de busca mais abrangentes, de modo a proporcionar uma visão ainda mais completa dos impactos das espécies exóticas invasoras sobre a biodiversidade brasileira.

Conclui-se que o enfrentamento das invasões biológicas depende da integração entre pesquisa científica, gestão ambiental e participação da sociedade. Espera-se que este trabalho contribua para ampliar o conhecimento sobre a temática e sirva como subsídio para futuras pesquisas e para o desenvolvimento de ações voltadas à conservação dos ecossistemas brasileiros.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Natanael Batista Pereira; EL-DEIR, Soraya Giovanetti; SÁ, Ana Cecília Novaes de; GUEDES, Flávio Leôncio. Políticas Públicas no Âmbito da Gestão de Espécies Exóticas Invasoras: Estudo de Caso da *Leucaena leucocephala*. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 20, n. 2, 2021.
- ANDRADE, Nathaly M. da S. *et al.* Impactos da introdução de fauna exótica invasora no Brasil: foco nos vetores de doenças e suas consequências para a saúde pública. **PhD Scientific Review**, [s. l.], v. 5, n. 6, p. 38-57, jun. 2025.
- BACKHAUS, T. *et al.* Assessing the ecological impact of Chemical pollution on aquatic ecosystems requires the systematic exploration and evaluation of four lines evidence. **Environmental Sciences Europe**, v. 31, n. 98, p. 1-9, 2019.
- BRASIL. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Diário Oficial da União, 1981.
- BRASIL. **Lei nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Diário Oficial da União, 1998.
- CAPINHA, C. *et al.* The dispersal of alien species redefines biogeography in the Anthropocene. **Science**, v. 348, n. 6240, p. 1240-1251, 2015.
- CONABIO (Comissão Nacional de Biodiversidade). **Resolução nº 07**, de 29 de maio de 2018. Dispõe sobre a Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras. Diário Oficial da União, 2018.
- DÁTTILO, W. *et al.* The impact of honeybee *Apis mellifera* on the organization of pollination networks is positively related with its integrative role throughout its geographic range. **Diversity**, v. 14, n. 11, 2022.
- DECHOUM, M. S. *et al.* Thematic assessment report on invasive alien species in Brazil: summary for policymakers. **Biota Neotropica**, 24, e20241645, 2024.
- DIAS, Reinaldo. Espécies exóticas invasoras: impactos e estratégias para contenção. **Lumen et Virtus**, São José dos Pinhais, v. XVI, n. XLVI, p. 2566-2582, 2025.
- EISENLOHR, P. V. *et al.* Trilhas, florestas e restauração ecológica. **Hoehnea**, 40(3): 407-418, 2013.
- FELICIANO, Renato D'Elia; SCHLINDWEIN, Marcelo Nivert. A poluição biológica e seus riscos para a biodiversidade: espécies exóticas e invasoras no campus da UFSCar de São Carlos. **Revista Brasileira Multidisciplinar - ReBraM**, [s. l.], v. 27, n. 1, p. 5-30, 2024. DOI: 10.25061/2527-2675/ReBraM/2024.v27i1.1592.

FERNANDES, Geraldo W. *et al.* **Invasão biológica na Serra do Cipó: *Leucaena leucocephala***. Policy Brief, Knowledge Center for Biodiversity (INCT/CNPQ/MCTI), 2025. DOI: 10.6084/m9.figshare.29358383.

FERREIRA, Vitória Gleyce Sousa *et al.* Ameaças à biodiversidade na APA do Maracanã: o avanço das espécies exóticas invasoras. **Revista Foco**, [s. l.], v. 17, n. 10, e6629, p. 1-23, 2024. DOI: 10.54751/revistafoco.v17n10-135.

FRANÇA, Alex Sandro de Almeida. Espécies invasoras e seus impactos ecológicos: análise dos desafios para a conservação no Brasil. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, ano VII, vol. 24, n. 73, Edição Especial, 2025.

FRANÇA, [nome completo do(s) autor(es) não informado no original — verificar na fonte] *et al.* Relação de variáveis espacialmente explícitas e a ocorrência de espécies exóticas invasoras **ACSA**, Patos-PB, v. 16, n. 2, p. 126-133, 2020.

GALETTI, M.; SAZIMA, I. Impacto de cães ferais em um fragmento urbano de Floresta Atlântica no Sudeste do Brasil. **Natureza e Conservação**, v. 4, n. 1, p. 58-63, 2006.

GASPARINI, Mateus Roberto Papa. Prejuízos ambientais à fauna aquática do Estado do Amazonas por disseminação de espécies alóctones. **Direito em Movimento**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 180-204, 2021.

GOMPPER, M. E. **Free-ranging dogs and wildlife conservation**. Oxford: Oxford University Press, 2013.

GOULSON, D. Effects of introduced bees on native ecosystems. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 34, p. 1-26, 2003.

HUGHES, J.; MACDONALD, D. W. A review of the interactions between free-roaming domestic dogs and wildlife. **Biological Conservation**, v. 157, p. 341-351, 2013.

IBAMA. **Instrução Normativa nº 03**, de 31 de janeiro de 2013. Diário Oficial da União, n. 23, Seção 1, p. 89, 01 de fev. 2013 (referente ao manejo do javali).

ICMBIO-MMA. **Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação Federais**. Brasília, 2019. Também citações de 2025 sobre a lista publicada em 13 de março.

IPBES. **Avaliação Temática sobre Espécies Exóticas Invasoras e seu Controle: Resumo para Formuladores de Políticas**. Plataforma Intergovernamental Científico-Política sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos, 2023.

LEÃO, T. C. C. *et al.* **Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas**. Recife: CEPAN, 2011.

LOPO, L. C. P. *et al.* Avaliação preliminar do impacto causado pelo javali em lavouras de milho no Mato Grosso do Sul. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2022. 10 p. (Embrapa Pantanal. Circular Técnica, 124).

LOWE, S. *et al.* **100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database.** Auckland: ISSG/IUCN, 2000.

MACHADO, M. T. de S. **A espécie *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. no Parque Nacional de Brasília, DF: implicações ambientais.** Tese (Doutorado), Universidade de Brasília, 2018.

MAGALHÃES, L. C. S.; SILVA-FORSBERG, M. C. Espécies Exóticas Invasoras: caracterização e ameaças aos ecossistemas. **Scientia Amazonia**, v. 5, n. 1, p. 63-74, 2016.

MARANGON, G. M. C. *et al.* Espécies Exóticas Invasoras nos Planos de Ação Nacional para a Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção. **Biodiversidade Brasileira**, 13(4): 1-14, 2023.

MARANGONI, D. H. M. *et al.* Revisão sistemática sobre o mexilhão-dourado. **Revista Aracê**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 2, p. 634-649, 2024.

Millennium Ecosystem Assessment. **Ecosystems and Human Well-being: Synthesis.** Washington, DC: Island Press, 2005.

MIYAMURA, F. Z. *et al.* Influência de espécies exóticas invasoras na regeneração natural de um fragmento florestal urbano. **Scientia Plena**, v. 15, n. 8, 2019.

MONTEIRO, L. C. Estructura Poblacional de las Especies del Género *Cichla*... Introducidas en Diferentes Regiones de Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, 12(2): 1-11, 2022.

MOREIRA, Elto Aparecido; SILVA, Daniel de Paiva. Uma dúzia de peixes: algumas espécies exóticas invasoras encontradas em águas brasileiras e seus impactos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 24, e-74647E, p. 1-22, 2023. DOI: 10.1590/1809-6891v24e-74647E.

MORO, Marcelo Freire *et al.* Alienígenas na sala: o que fazer com espécies exóticas em trabalhos de taxonomia, florística e fitossociologia? **Acta Botanica Brasilica**, 26(4): 991-999, 2012.

PIVELLO, V. R. *et al.* Capítulo 4: Impactos de espécies exóticas invasoras sobre as contribuições da natureza para as pessoas (CNP). In: DECHOUM *et al.* (Org.). **Relatório Temático sobre Espécies Exóticas Invasoras...** São Carlos: Editora Cubo, 2024. p. 133-184.

PRIP, C. The Convention on Biological Diversity as a legal framework for safeguarding ecosystem services. **Ecosystem Services**, v. 29, p. 199–204, 2018.

PYSEK, P. *et al.* Scientist's warning on invasive alien species. **Biological Reviews**, v. 95, n. 6, p. 1511-1534, 2020.

RANGEL, C. H.; NEIVA, C. H. M. B. Predação de vertebrados por cães... no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3, n. 2, p. 261-269, 2013.

RIBEIRO, Márcia Cristina Pimentel; TONELLA, Livia Helena. As consequências ambientais causadas por espécies exóticas invasoras. **Cognitio Juris**, Ano XIII, n. 48, 2023.

ROCHA, Rafael de Oliveira; ROCHA, Marcelo Borges. Levantamento de Espécies Exóticas em Unidades de Conservação: o Caso do Estado do Rio de Janeiro. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 10, 2019.

SANTANA, L. D.; FONSECA, C. R.; CARVALHO, F. A. Aspectos ecológicos das espécies regenerantes de uma floresta urbana... **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, p. 1-13, 2019.

SOUSA, Jefferson *et al.* Commercial and invasive carcinofauna in coastal Amazon... **PeerJ**, v. 13, e19586, 2025.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010.

TEEM, J. L. *et al.* Genetic Biocontrol for Invasive Species. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, v. 8, art. 452, p. 1-17, 25 maio 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00452>.

THE GUARDIAN. The Burmese python problem: how 20ft predators are wreaking havoc on the Everglades. Publicado em 13 dez. 2024. [Referência de fonte eletrônica incompleta — incluir Disponível em: <URL> e Acesso em: dd mês. aaaa, conforme ABNT NBR 6023]

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. **Journal of Advanced Nursing**, v. 52, n. 5, p. 546-553, 2005. DOI: 10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x.

YOUNG, J. K. *et al.* Is wildlife going to the dogs? Impacts of feral and free-roaming dogs on wildlife populations. **BioScience**, v. 61, n. 2, p. 125-132, 2011.

ZENNI, R. D. *et al.* Status e tendências sobre espécies exóticas invasoras no Brasil. In: DECHOUM *et al.* (Eds.). **Relatório temático sobre espécies exóticas invasoras...** São Carlos: Editora Cubo, 2024. p. 49–91.

ZHOU, J. *et al.* Stochasticity, succession, and environmental perturbations in a fluidic ecosystem. **PNAS**, v. 111, n. 9, p. 836-845, 2014.