



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

EDDUARDA VICTORYA NASCIMENTO MELO

**ESPÉCIES EXÓTICAS NA RESTAURAÇÃO FLORESTAL NO NORDESTE
BRASILEIRO**

RIO LARGO
2025

EDDUARDA VICTORYA NASCIMENTO MELO

**ESPÉCIES EXÓTICAS NA RESTAURAÇÃO FLORESTAL NO NORDESTE
BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Florestal do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, como requisito para obtenção do Título de Engenheira Florestal.

Orientadora: Profa. Dra. Marília Alves Grugiki

**RIO LARGO
2025**

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

M528e Melo, Edduarda Victorya Nascimento.

 Espécies exóticas na restauração florestal no nordeste brasileiro. / Edduarda Victorya Nascimento Melo. – 2025.

52 f.: il.

 Orientador(a): Marília Alves Grugiki.

 Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Graduação em Engenharia Florestal, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2025.

Inclui bibliografia

 1. Espécie não nativa. 2. Reabilitação. 3. Reabilitação ecológica nordestina. 4. Revisão de literatura. I. Título.

CDU: 630.1

FOLHA DE APROVAÇÃO

Edduarda Victorya Nascimento Melo

Espécies exóticas na restauração florestal no Nordeste Brasileiro

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC apresentado à Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA, como pré-requisito para obtenção do grau de Bacharel(a) Engenheiro(a) Florestal.

Data de Aprovação: 16/05/2025 .

Banca Examinadora

Profª. Dra. Marília Grugiki
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA
(Orientadora)

Prof. Dr. Carlos Frederico Lins e Silva Brandão
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE
Departamento de Agronomia

Dr.^a Marília Isabelle Oliveira da Silva
Doutora em Ciências Florestais
Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional – FADURPE

“Devemos ser gratos a Deus pelos pequenos detalhes. Nos detalhes descobrimos o valor de uma realidade. Olhar as miudezas da vida faz a diferença.”

Padre Fábio de Melo

"A natureza é o único livro que oferece um conteúdo valioso em todas as suas folhas".

Johann Goethe

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem ele não chegaria até aqui, por ser minha fortaleza, meu refúgio, meu conforto, meu fiel amigo e minha luz de esperança. Até aqui me ajudou o senhor! 1 Samuel 7:12.

Aos meus pais, que sempre me proporcionaram o melhor que podiam, agradeço pelo apoio e confiança ao longo dos cinco anos de graduação. Desejo, um dia, retribuir de coração tudo o que fizeram e fazem por mim!

Ao meu esposo, que constantemente me encoraja a evoluir, sou grata por todo o suporte e motivação diária na finalização deste trabalho, além de sempre estar ao meu lado em meus sonhos e metas.

À minha orientadora Profa. Dra. Marília Alves Grugiki, por todo suporte durante a orientação, disponibilidade e incentivo. Uma ótima pessoa e excelente profissional! Gratidão por aceitar ser minha orientadora.

Aos meus amigos, Elisama, Mayara, Bruna, Ariane, Alisson, Léo, Sara e Keilane, por todo companheirismo e amizade. Vocês fizeram com que esses anos fossem mais leves, sou muito feliz por ter conhecido cada um de vocês, vou guardar todos os momentos, risadas e emoções que compartilhamos juntos. Obrigada por tudo!

Ao meu amigo Walisson, pela irmandade, amizade, apoio e por vibrar junto comigo a cada conquista.

Ao CECA (Campus de Engenharia e Ciências Agrárias) por toda a estrutura disponibilizada em todos esses anos de graduação, e aos professores por todo ensinamento. Gratidão!

A todos que de alguma forma contribuíram para a minha formação. Obrigada!

RESUMO

A restauração ecológica consolidou-se como uma prioridade global, impulsionando diversas iniciativas ao redor do mundo com o objetivo de reverter, ou ao menos mitigar, os efeitos da degradação ambiental. O uso de espécies exóticas na restauração advém desde as primeiras atividades realizadas no Brasil, em virtude de que não existia nenhuma delimitação quanto a progênie das espécies plantadas. Por isso, é fácil encontrar espécies exóticas discurridas nas listas de teses, artigos científicos, dissertações, entre outros que foram publicados no país relacionados à restauração florestal. Diante do que foi apresentado, esse estudo tem por objetivo analisar a ocorrência e distribuição de espécies exóticas na restauração florestal, em estudos e projetos realizados no Nordeste Brasileiro, com o propósito de esclarecer perigos, ameaças e métodos de manejo. Evidenciando os objetivos específicos: i) ressaltar a quantidade de espécies exóticas encontradas; ii) classificar e mencionar a distribuição das espécies encontradas na região nordeste; iii) esclarecer perigos e apresentar ações de manejo. A revisão da literatura também orienta as decisões metodológicas, fornecendo parâmetros sobre como outros pesquisadores abordaram problemas semelhantes. Para o desenvolvimento deste estudo, realizou-se pesquisas com o levantamento de dados secundários, utilizando informações de teses, dissertações, artigos científicos e plataformas online, sobre a utilização de espécies exóticas na restauração florestal em projetos executados no Nordeste Brasileiro. Para a seleção dos documentos bibliográficos, foram utilizadas as plataformas periódico CAPES, Scielo, Google Acadêmico e o Elicit. As palavras-chave utilizadas foram: “espécies exóticas”, “restauração ecológica”, “restauração florestal”, “restauração no nordeste” e “espécies exóticas no nordeste”. Entre os anos 2006 a 2024, observou-se um aumento significativo no número de publicações sobre restauração florestal. Ao longo deste período, verificou-se um crescimento gradual na quantidade de artigos sobre o tema, atingindo seu ápice em 2017, ano que concentrou 16,7%. Do total de 65 documentos, 57 trouxeram alguma informação sobre o uso de espécies exóticas na restauração florestal, o que corresponde a aproximadamente 83,8% do total de arquivos analisados. Portanto, superar essas barreiras demanda investimentos em capacitação técnica, fomento à produção e distribuição de mudas nativas, fortalecimento de políticas públicas e fiscalização quanto ao cumprimento das normas estabelecidas pelo RENASEM. Apenas com o alinhamento entre teoria, prática e infraestrutura será possível consolidar uma restauração florestal efetiva, ecologicamente funcional e socialmente viável.

Palavras-chave: Espécie não nativa, Reabilitação, Reabilitação ecológica nordestina, revisão de literatura.

ABSTRACT

Ecological restoration has become a global priority, driving various initiatives around the world with the aim of reversing, or at least mitigating, the effects of environmental degradation. The use of exotic species in restoration dates back to the first activities carried out in Brazil, because there was no definition of the progeny of the species planted. For this reason, it is easy to find exotic species discussed in lists of theses, scientific articles, dissertations, among others that have been published in the country related to forest restoration. In view of the above, the aim of this study is to analyse the occurrence and distribution of exotic species in forest restoration, in studies and projects carried out in north-eastern Brazil, with the aim of clarifying dangers, threats and management methods. The specific objectives are: i) to highlight the number of exotic species found; ii) to classify and mention the distribution of species found in the northeast; iii) to clarify dangers and present management actions. The literature review also guides methodological decisions, providing parameters on how other researchers have approached similar problems. To carry out this study, research was carried out using secondary data from theses, dissertations, scientific articles and online platforms on the use of exotic species in forest restoration in projects carried out in north-eastern Brazil. The CAPES, Scielo, Google Scholar and Elicit journal platforms were used to select the bibliographic documents. The keywords used were: 'exotic species', 'ecological restoration', 'forest restoration', 'restoration in the northeast' and 'exotic species in the northeast'. Between 2006 and 2024, there was a significant increase in the number of publications on forest restoration. Throughout this period, there was a gradual increase in the number of articles on the subject, reaching its peak in 2017, the year that concentrated 16.7%. Of the total of 65 documents, 57 provided some information on the use of exotic species in forest restoration, which corresponds to approximately 83.8% of the total files analysed. Therefore, overcoming these barriers requires investment in technical training, encouraging the production and distribution of native seedlings, strengthening public policies and monitoring compliance with the rules established by RENASEM. Only by aligning theory, practice and infrastructure will it be possible to consolidate effective, ecologically functional and socially viable forest restoration.

Keywords: Non-native species, Rehabilitation, Northeastern ecological rehabilitation, literature review.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Distribuição dos documentos levantados na literatura (2006-2024), por ano de publicação.	31
Figura 2: Bases online na extração de informações no levantamento da literatura e organização do banco de dados.	31
Figura 3: Quantitativo dos documentos levantados na base de dados (2006-2024), por tipo de documento.	32
Figura 4: Distribuição do número de espécies exóticas por família botânica identificadas nos documentos.	34
Figura 4: Distribuição do número de espécies exóticas por família botânica identificadas nos documentos.	45

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Lista de espécies exóticas identificadas nos documentos.

40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	Restauração Ecológica: conceito e importância	12
2.2	Espécies exóticas na restauração	16
2.3	Normas jurídicas relacionadas a restauração	18
2.4	Marcos legais de apoio à restauração ecológica nos estados do Nordeste	20
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
	ARTIGO: ESPÉCIES EXÓTICAS NA RESTAURAÇÃO FLORESTAL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.	25
	Introdução	27
	Metodologia	28
	Resultados e discussões	29
	Conclusões	47
	Referências	48

1 INTRODUÇÃO GERAL

A restauração florestal é uma ciência que tem por objetivo restabelecer a integridade de um ecossistema que foi degradado, perturbado ou destruído, buscando a reestruturação do ecossistema, sendo uma estratégia viável para restaurar seu funcionamento, comprometido pelo processo de degradação. Essa abordagem busca recompor a estrutura da comunidade, restabelecendo a composição das espécies e promovendo a estabilidade e a resiliência do ecossistema (SER, 2004; Balaguer et al., 2014; Rosenfied; Muller, 2020).

No Brasil, a ecologia da restauração se consolidou como uma ciência, principalmente a partir da década de 90 (Rodrigues et al. 2009; Oliveira; Engel, 2011). Nos últimos anos, as teorias ecológicas aplicadas às técnicas de restauração avançaram significativamente, acompanhadas por uma variedade de projetos práticos — alguns bem-sucedidos, outros nem tanto — que ilustram os desafios e aprendizados do campo da restauração ecológica (Barbosa et al., 2003; Souza; Batista, 2004).

Embora a importância da restauração ecológica tenha sido amplamente reconhecida, impulsionando o avanço dessa ciência nas últimas décadas, sua aplicação em grandes áreas ainda pode ser desafiadora e custosa. Isso é especialmente verdadeiro em florestas tropicais, compostas por uma variedade de ecossistemas em uma mesma paisagem, cada qual com uma composição própria de espécies. Muitas vezes, as condições ambientais necessárias para o estabelecimento dessas espécies em áreas degradadas ainda são pouco conhecidas (Lamb, 2018).

No início dos estudos sobre restauração, a maior preocupação era a fisionomia florestal, sendo escasso o olhar para os aspectos fisiológicos, sucessionais e a escolha das espécies, tendo em vista que os aspectos citados deveriam ser utilizados para o funcionamento do ecossistema. Desse modo, nas primeiras tentativas foram utilizadas espécies exóticas e nativas nos plantios (Bellotto et al., 2009).

O uso de espécies exóticas na restauração advém desde as primeiras atividades realizadas no Brasil, em virtude de que não existia nenhuma delimitação quanto a progênie das espécies plantadas. Por isso, é fácil encontrar espécies exóticas percorridas nas listas de teses, artigos científicos, dissertações, entre outros que foram publicados no

país relacionados à restauração florestal. (Pulitano et al., 2004; Melo; Durigan, 2007; Rodrigues et al., 2010).

Em ecossistemas naturais, espécies exóticas invasoras frequentemente competem com espécies nativas. No entanto, nem todas as espécies exóticas são prejudiciais; algumas chegam a desempenhar funções anteriormente realizadas por espécies nativas que se tornaram raras ou foram extintas. Nessas situações, sua remoção deve ser feita com cautela. Além disso, certas espécies exóticas foram introduzidas há séculos por ação humana ou natural, e se naturalizaram de tal maneira que seu status como exóticas é questionável. Acredita-se que as invasões biológicas são a segunda maior motivação da perda de biodiversidade no mundo, equiparando-se as decorrências de mudança climática e ficando atrás apenas da exploração direta de habitats (Fabricante et al., 2017).

Diante do que foi apresentado, esse estudo tem por objetivo analisar a ocorrência e distribuição de espécies exóticas na restauração florestal, em estudos e projetos realizados no Nordeste Brasileiro, com o propósito de esclarecer perigos, ameaças e métodos de manejo. Evidenciando os objetivos específicos: i) ressaltar a quantidade de espécies exóticas encontradas; ii) classificar e mencionar a distribuição das espécies encontradas na região nordeste; iii) esclarecer perigos e apresentar ações de manejo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Restauração Ecológica: conceito, importância e monitoramento.

A destruição do habitat é o principal fator responsável pela extinção de espécies em todo o mundo. A restauração de ecossistemas desempenha um papel essencial na reintrodução de espécies nativas, no fortalecimento da diversidade genética e na reconstrução de corredores ecológicos. Como apontam Aronson et al. (2017), a restauração ecológica é uma estratégia crucial para enfrentar a crise da biodiversidade, especialmente em regiões tropicais severamente degradadas.

Um ambiente é considerado degradado quando experimenta perturbações que comprometam sua capacidade de retornar ao equilíbrio original, representando uma ameaça à sobrevivência tanto das comunidades humanas quanto das demais espécies na natureza. Nesse sentido, a restauração ecológica emerge como uma possível solução para reverter a degradação dos ecossistemas em escala global (Ferreira; Barros; Gajardo, 2018.)

Sob a perspectiva ecológica, os impactos negativos das espécies exóticas são amplamente reconhecidos. Elas podem competir com espécies nativas por recursos, atuar como predadoras, modificar a estrutura dos habitats e interferir em processos ecológicos fundamentais, como o ciclo de nutrientes e a dinâmica do fogo. Essas alterações frequentemente resultam na homogeneização biótica e na redução da biodiversidade (Vilà et al., 2011).

Apesar dos riscos que apresentam, espécies exóticas podem, em alguns contextos, exercer funções ecológicas positivas, sobretudo em ecossistemas degradados ou que sofreram perda de espécies nativas. Em uma revisão recente, Pearson et al. (2022) destacam que determinadas espécies não nativas podem atuar como substitutas ecológicas, ocupando nichos deixados vagos e contribuindo para a restauração de processos ecológicos essenciais, como a dispersão de sementes, a polinização e a ciclagem de nutrientes.

Com isso, a restauração ecológica emerge como uma manobra crucial para sustentar a conservação da biodiversidade, gerando haveres e serviços ecossistêmicos com o fim de tornar-se os processos de deterioração ambiental. Com o tempo, ela se consolida quanto um comportamento na preservação da biodiversidade e na inteireza dos ecossistemas, sendo, em muitos casos, a opção prioritária para fomentar os níveis de diversidade biológica em ambiente local (Ferreira; Barros; Gajardo, 2018).

Ainda que existam outros ecossistemas degradados, no Brasil a maior parte dos projetos que são referentes à restauração ecológica estão voltados para o ecossistemas florestais (Brancalion et al., 2012). Em geral, a restauração envolve a reconstrução gradual de uma floresta através do uso coletivo ou individual de diversas espécies diferentes (incluindo formas de vida não arbóreas), restaurando a sua biodiversidade e funções ecossistêmicas e a sustentabilidade. (Rodrigues et al., 2007).

A intervenção humana deve utilizar métodos de restauração que visem restaurar ambientes degradados, acelerando e gerenciando a sucessão natural, fazendo sempre projetos preparados antecipadamente de acordo com as necessidades de cada caso. (Klatt et al., 2014). Portanto, a restauração florestal é crucial para a restauração de ecossistemas degradados (Marcuzzo et al., 2014), pois visa ampliar as possibilidades

de sucessão natural e criar condições favoráveis para uma maior biodiversidade, o mais próximo possível da diversidade das comunidades naturais (Souza et al, 2016).

Qualquer desempenho para se restaurar um ecossistema florestal deve-se ser uma decisão para acelerar a sucessão, assim aumentará a biodiversidade (Moraes 2010).

Uma análise florística e estrutural da camada arbórea do ecossistema que está sendo restaurado pode ser realizada para obter uma melhor compreensão do comportamento destas espécies e fornecer uma melhor base para inferir se estes ecossistemas fornecem respostas positivas aos sucessivos processos que queremos acelerar (Miranda et al., 2012). A composição de espécies é um aspecto fundamental de qualquer ecossistema porque determina sua estrutura e função (Clewel; Aronson, 2007).

Embora as atividades de restauração englobam gastos eminentes e não proporcionem um retorno financeiro imediato aos proprietários, os benefícios são a longo prazo, coletivo e abrangente (Costa, 2016). No entanto, diversos fatores, como a dispersão de sementes invasoras, bancos de sementes e mudas, conectividade da paisagem, limitações socioeconômicas e invasão biológica, podem comprometer o seu sucesso (Melo et al. 2013; Martinez-Ramos et al. 2016).

As ricas paisagens e a diversidade de espécies dos biomas brasileiros são um ativo valioso. No entanto, isso também traz grandes desafios para resolver a complexa tarefa de restauração ambiental. A base de conhecimento científico sobre a composição, estrutura e dinâmica dos ecossistemas é crucial para garantir o sucesso da restauração ecológica. Mesmo em um ecossistema bem estudado como a Mata Atlântica, esse entendimento permanece incompleto.

A expansão acelerada da restauração florestal no Brasil resulta, em grande parte, da crescente necessidade de regularizar ambientalmente as atividades produtivas e mitigar uma variedade de impactos ambientais. O aumento significativo da restauração florestal no Brasil vem sendo acompanhado por uma contínua revisão dos métodos empregados. Inicialmente centrados em reflorestamentos com predominância de espécies arbóreas exóticas, esses métodos evoluíram para plantios mais diversificados, incorporando principalmente espécies nativas regionais. Além disso, há uma inclusão

crescente de abordagens que promovem o potencial de auto-recuperação da área a ser restaurada (Rodrigues et al., 2009).

Embora as práticas relacionadas à restauração de ambientes e paisagens tenham raízes antigas, a Restauração Ecológica emergiu como uma disciplina científica somente na década de 1980. A integração dos princípios da Ecologia nos esforços de recuperação ambiental possibilitou o desenvolvimento de modelos e técnicas adaptáveis a áreas com diversos níveis de degradação.

A evolução significativa desse processo deve-se, em grande parte, à constante avaliação empírica dos sucessos e fracassos do passado. Essa análise possibilitou ajustes nos métodos previamente empregados, visando favorecer a restauração de ecossistemas que sejam não apenas funcionais, mas também caracterizados por uma riqueza de espécies nativas (Barbosa et al., 2003).

No contexto da restauração florestal, o uso de espécies exóticas essa prática tem laços históricos com o desenvolvimento do Brasil, a começar pela restauração da Floresta da Tijuca (Abreu; Rodrigues, 2010). Em 1862, a área atualmente ocupada pelo Parque Nacional da Tijuca, na cidade do Rio de Janeiro, testemunhou a pioneira e significativa iniciativa de restauração ecológica no Brasil. Nesse período, a vegetação nas proximidades da capital do país havia sido severamente impactada pelo extrativismo e pelas extensas plantações de café.

No Brasil, até o início da década de 1980, os programas de restauração utilizavam principalmente espécies exóticas de rápido crescimento, muitas vezes sem um bom conhecimento em biologia, o que gerava diferentes impactos nos ecossistemas naturais (Parrota e Knowles, 2008).

A ecologia da restauração foi se desenvolvendo no Brasil como ciência a partir das últimas décadas (Rodrigues et al. 2009; Oliveira; Engel, 2011), e com esse avanço foi possível o aumento do conhecimento sobre os métodos e aplicações sobre a restauração, e como foi o sucesso de alguns projetos de restauração e outros que não tiveram sucesso para atingir o objetivo (Barbosa et al. 2003; Souza; Batista, 2004).

Ao detectar precocemente as alterações ecológicas provocadas por espécies exóticas é crucial para evitar que seus impactos se tornem irreversíveis. Para isso, o monitoramento deve ser contínuo e abranger diferentes escalas ecológicas desde o nível populacional até processos que envolvem comunidades e ecossistemas como um todo.

Latombe et al. (2017) ressaltam que essa abordagem integrada é essencial para compreender plenamente os efeitos das invasões biológicas.

Indicadores biológicos são elementos do ecossistema como espécies, comunidades ou atributos ecológicos que refletem, de forma quantificável, o estado ambiental ou as alterações causadas por agentes externos, como espécies invasoras. Conforme McGeoch et al. (2016), para serem eficazes no monitoramento de espécies exóticas, esses indicadores devem ser sensíveis às mudanças ambientais provocadas, de fácil coleta e identificação, representar os processos ecológicos afetados e ser aplicáveis em diversos ecossistemas.

Apesar do potencial dos indicadores biológicos, ainda persistem desafios como a falta de padronização metodológica, a escassez de dados de base e a dificuldade de integração com as políticas públicas. De acordo com Ricciardi et al. (2021), é fundamental avançar no monitoramento preditivo, incorporando modelos que permitam identificar áreas de risco com antecedência e orientar ações preventivas de forma mais estratégica.

2.2 Espécies exóticas na restauração

Espécies exóticas, por definição, são aquelas introduzidas fora de sua área de distribuição natural, geralmente por ação humana (Lockwood; Hoopes; Marchetti, 2013). Em projetos de restauração, algumas dessas espécies são selecionadas por sua tolerância a condições ambientais extremas, crescimento rápido e capacidade de proteger o solo contra erosão, como ocorre com o uso de *Leucaena leucocephala* e *Azadirachta indica* em áreas degradadas (SILVA et al., 2021).

Globalmente, a introdução de espécies exóticas é reconhecida como a segunda principal causa de perda de diversidade. Embora haja regulamentações, ainda é comum encontrar a utilização de espécies exóticas em projetos de restauração sem a devida gestão e supervisão. A ausência desses cuidados pode resultar em processos de contaminação biológica, podendo até mesmo levar à extinção local de espécies devido ao princípio da exclusão competitiva.

A literatura atual recomenda que o uso de espécies exóticas em restauração deve ser criterioso, restrito e baseado em evidências científicas, com preferência pelo uso de espécies nativas, que mantêm a integridade ecológica do ecossistema (Brancalion et al.,

2012). Em situações excepcionais, onde não há alternativa viável e os riscos são controláveis, o uso de espécies exóticas pode ser considerado como solução temporária, desde que acompanhado de monitoramento contínuo e planos de substituição gradual por espécies nativas (Society For Ecological Restoration – SER, 2019).

Deve-se ter em mente que embora o uso de espécies exóticas deva ser evitado, em alguns casos, como quando o solo exposto é suscetível à erosão, Alguns autores sugerem a promoção de uma cobertura rápida e a melhoria da fertilidade do solo, o que é particularmente importante para a mineração, bem como a criação de florestas estimulantes que favoreçam a regeneração de espécies nativas no sub-bosque. (Modna et al., 2010; Viani et al., 2010; Santilli & Durigan, 2014).

Espécies exóticas são usadas com frequência na revitalização ou recuperação de áreas degradadas, porque podem ser a opção mais viável para replantio onde o ambiente muda a ponto de limitar o estabelecimento e crescimento de vegetação natural, como áreas mineradas (Parrota; Knowles, 1999; Prach et al., 2007). Embora haja muita controvérsia em torno desse assunto sobre o uso de espécies não nativas para fins de restauração (D’Antonio; Meyerson, 2002).

Segundo Simberloff et al. (2017), mesmo espécies exóticas aparentemente inofensivas podem, com o tempo, tornar-se problemáticas, especialmente quando se estabelecem além dos limites de controle inicial. Pearson et al. (2022) também alertam que essas espécies podem interferir em interações ecológicas delicadas como aquelas entre plantas e microrganismos do solo ou entre plantas e seus polinizadores, colocando em risco a resiliência dos ecossistemas a longo prazo.

Além disso, sabemos que algumas espécies Espécies não nativas podem desempenhar um papel positivo em um ecossistema, como incentivar o estabelecimento de outras espécies ou a construção de comunidades (D’Antonio ; Meyerson, 2002; Ewel; Putz, 2004; Martínez, 2010; Schlaepfer et al., 2011).

De acordo com Cavaleri et al. (2015), espécies exóticas de rápido crescimento podem favorecer a regeneração de ecossistemas ao melhorar as condições microclimáticas e acelerar os estágios iniciais dos processos ecológicos, atuando como facilitadoras da recuperação nativa. Lugo (2020) complementa essa visão ao afirmar que, em contextos como áreas urbanas ou agrícolas, onde a restauração completa pode ser inviável, espécies não nativas podem desempenhar funções importantes ao oferecer

serviços ecossistêmicos como sombreamento, controle da erosão e sequestro de carbono.

Por isso que uma alternativa para alcançar melhores resultados poderia ser a adoção de uma estratégia para que todos fossem beneficiados (Brancalion & Chazdon, 2017), uma vez que priorizar ações que reduzem os múltiplos fatores negativos, como impulsionar a restauração em áreas de alto risco de invasão biológica, aumentará a probabilidade de sucesso da restauração e reduzirá a disponibilidade de habitat para espécies invasoras (Heringer, Bueno, Meira-Neto, Matos & Neri, 2019).

Tão crucial quanto compreender o potencial de auto recuperação é o reconhecimento da vegetação a ser restaurada. Esse reconhecimento determina o nível de intervenção necessário para acelerar o processo de recuperação. Essa avaliação é conduzida por meio da análise da cobertura vegetal existente, possibilitando a identificação de espécies exóticas e/ou nativas. Aquelas espécies exóticas com comportamento agressivo, que inibem o desenvolvimento da vegetação nativa, demandam identificação e intervenções culturais adequadas para seu controle ou erradicação.

Em determinadas situações, espécies exóticas de crescimento rápido são utilizadas em conjunto com as espécies nativas. A intenção é otimizar o retorno financeiro inicial, especialmente em áreas onde as cadeias produtivas dessas espécies já estão consolidadas.

Determinadas espécies não nativas, como *Acacia mangium* e *Eucalyptus* spp., têm sido empregadas com o objetivo de melhorar o microclima, estabilizar o solo e favorecer a regeneração natural de espécies nativas. Elas contribuem para esse processo ao reduzir a incidência de radiação solar, aumentar a umidade do ambiente e atrair dispersores (Cavaleri et al., 2015; Rodrigues et al., 2021).

2.3 Normas jurídicas relacionadas a restauração

Com o intuito de ampliar a extensão de ecossistemas verdadeiramente restaurados, o Brasil tem implementado uma série de dispositivos legais, como leis, decretos e resoluções. Esses instrumentos estabelecem diretrizes que, progressivamente, tornam-se mais rigorosas e complexas no que diz respeito às técnicas de restauração ecológica. A criação de um alicerce teórico e conceitual,

acompanhado de práticas testadas e adaptáveis a distintos biomas, torna-se essencial. Inúmeras iniciativas de organizações não governamentais, empresas, proprietários de terras e entidades governamentais estão voltadas para a restauração ecológica. No entanto, essas abordagens frequentemente divergem em concepções e valores. Em alguns casos, a noção de restauração ecológica é reduzida ao simples ato de plantar mais árvores, muitas vezes de espécies exóticas.

A imperatividade dessa demanda se intensifica em virtude das disposições da legislação ambiental. O principal referencial legal que impõe a obrigatoriedade da restauração ecológica é o Código Florestal. A Lei, aprovada em 2012, estipula a recomposição de Áreas de Preservação Permanente (APP) e de Reserva Legal degradadas, destacando a necessidade de estabelecer diretrizes claras para a prática da restauração ecológica.

O Artigo 22 estabelece que "a exploração sustentável da vegetação da Reserva Legal para fins comerciais requer a autorização do órgão competente". Já o Artigo 66 regulamenta o uso de espécies exóticas, condicionando seu plantio em conjunto com espécies nativas regionais, com a restrição de não ultrapassar 50% da área a ser restaurada.

A Lei nº. 9.985/2000 Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) define restauração como: "a restauração de ecossistemas ou populações silvestres degradadas, de modo a aproximá-los o mais possível do seu estado original" (Brasil, 2000), que tem como um dos seus objetivos colaborar com a preservação e reconstituição da diversidade de ecossistemas naturais, bem como recuperar áreas degradadas ou restaurar ecossistemas prejudicados.

A própria Política Nacional do Meio Ambiente, estabelecida pela Lei 6.938, de 31/08/1981, entre seus dispositivos vigentes o Art 2º, inciso VIII dispõe sobre a recuperação de áreas degradadas na qual seu regulamento Art 1º e Art. 3º " Os empreendimentos voltados para a exploração de recursos minerais devem, ao apresentarem o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), submeter à aprovação do órgão ambiental competente um plano de recuperação para áreas degradadas. No caso de empreendimentos já existentes, é necessário apresentar, em até 180 dias a partir da publicação deste Decreto, um plano de recuperação da área degradada ao órgão ambiental competente. O objetivo da

recuperação é restabelecer a área degradada para uma forma de utilização conforme um plano preestabelecido para o uso do solo, visando a estabilização do meio ambiente”.

2.4 Marcos legais de apoio à restauração ecológica nos estados do Nordeste

Os estados nordestinos dispõem de importantes instrumentos legais que promovem a recuperação de áreas degradadas e incentivam práticas de restauração ecológica. A seguir, são apresentados os principais dispositivos por estado:

Alagoas:

A Resolução CEPRAM nº 10/2018 estabelece os procedimentos para o licenciamento ambiental, incluindo diretrizes específicas para a recuperação de áreas degradadas. Já o Decreto nº 93.740/2023 regulamenta a aplicação da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) no estado, estimulando ações de restauração ecológica.

Bahia:

A Lei nº 10.431/2006 e o Decreto nº 14.024/2012 instituem a Política Estadual de Meio Ambiente e Proteção à Biodiversidade, com orientações voltadas à conservação e recuperação de ecossistemas. O Decreto nº 15.180/2014 complementa esse arcabouço ao regulamentar a gestão das florestas e da vegetação nativa, promovendo a restauração de áreas degradadas.

Ceará:

A Resolução COEMA nº 07/2019 define critérios para o licenciamento ambiental, abrangendo aspectos relacionados à recuperação de áreas degradadas. O Decreto nº 33.860/2020 institui o Programa de Regularização Ambiental (PRA) dos imóveis rurais, reforçando a promoção da restauração ecológica.

Maranhão:

A Portaria SEMA nº 277/2023 estabelece os critérios e procedimentos para a recuperação de áreas degradadas, incluindo a elaboração e execução de Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs). O Decreto nº 38.566/2023 dispõe sobre o Programa de Regularização Ambiental (PRA), incentivando a restauração em propriedades e posses rurais.

Paraíba:

A Resolução CONAMA nº 388/2006 orienta as ações de restauração no estado, ao definir os estágios de regeneração da vegetação da Mata Atlântica, distinguindo entre vegetação primária e secundária.

Pernambuco:

A Lei nº 15.809/2016 institui a Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais, com foco em incentivar práticas de restauração ecológica. O Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC/PE) também contribui ao estabelecer diretrizes para a criação e gestão de unidades de conservação, incluindo ações restaurativas.

Piauí:

A Lei nº 4.854/1996 define a política ambiental do estado, incluindo princípios e normas voltadas à proteção e recuperação ambiental. A Resolução CONAMA nº 237/1997, aplicável ao estado, regula os procedimentos de licenciamento ambiental, essenciais para viabilizar projetos de restauração.

Rio Grande do Norte:

A Lei nº 11.669/2023 apresenta diretrizes para o gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo medidas para a recuperação de áreas degradadas. Complementarmente, a Lei nº 6.769/1995 institui a Política Florestal do estado, promovendo a conservação e recuperação da vegetação nativa.

Sergipe:

A Lei nº 8.497/2018 regulamenta o licenciamento ambiental no estado, com disposições voltadas à recuperação de áreas degradadas. O Decreto nº 1.016/2025 cria o Plano Sergipano de Economia Verde (PSEV), que promove ações sustentáveis, incluindo a restauração ecológica.

REFERÊNCIAS

- ABREU, R. C. R.; RODRIGUES, P. J. F. P. **Exotic tree *Artocarpus heterophyllus* (Moraceae) invades the Brazilian Atlantic Rainforest.** *Rodriguésia*, v. 61, n. 4, p. 677-688, 2010.
- BARBOSA, L. M. et al. **Recuperação florestal com espécies nativas no estado de São Paulo: pesquisas apontam mudanças necessárias.** *Florestar Estatístico*, v.6, n.1, p.28-34, 2003.
- BELLOTTTO, A.; VIANI, R.A. G.; NAVE, A.G.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. **Monitoramento das áreas restauradas como ferramenta para a avaliação da efetividade das ações de restauração e para redefinição metodológica.** In: RODRIGUES, R.R.;
- BRANCALION PHS, VIANI RAG, RODRIGUES RR, GANDOLFI S. **Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração.** In: Martins SV, editor. *Restauração ecológica de ecossistemas degradados*. 2. ed. Viçosa: Editora UFV; 2015.
- BRANCALION, P. H., & CHAZDON, R.L. (2017). **Beyond hectares: four principles to guide reforestation in the context of tropical forest and landscape restoration.** *Restoration Ecology* , 25(4), 491-496.
- BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. (Orgs.). **Pacto para a restauração ecológica da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.** 1. ed. São Paulo: Instituto BioAtlântica, 2009. v.1, p.128-146
- COSTA, M. M. (2016) **Financiamento para a restauração ecológica no Brasil. Mudanças no Código Florestal Brasileiro: desafios para implementação da nova lei** , [S. l.], p. 235–260.
- D'ANTONIO, C. M.; MEYERSON, L. A. **Exotic plant species as problems and solutions in ecological restoration: a synthesis.** *Restoration Ecology*, v.10, n.4, p.703-713, 2002.
- EWEL, J. J.; PUTZ, F. E. **A place for alien species in ecosystem restoration.** *Frontiers in Ecology and the Environment*, v.2., p.354-360, 2004.
- HERINGER, G., BUENO, M. L., MEIRA-NETO, J. A., MATOS, F. A., & NERI, A. V. (2019). **Can *Acacia mangium* and *Acacia auriculiformis* hinder restoration efforts in the Brazilian Atlantic Forest under current and future climate conditions?** *Biological Invasions*, 21(9), 2949-2962.
- LORENZI, H. et al. **Árvores Exóticas do Brasil: Madeireiras, Ornamentais e Aromáticas.** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003. 382 p.
- MARCUZZO, S. B. et al. **Comparação entre áreas em restauração e área de referência no Rio Grande do Sul, Brasil.** *Revista Árvore*, v. 38, n. 6, p. 961–972, 2014.
- MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. **Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema.** *Scientia Forestalis*, n.73, p.101-111, 2007.

MELO, F. P., PINTO, S. R., BRANCALION, P. H., CASTRO, P. S., RODRIGUES, R. R., ARONSON, J., & TABARELLI, M. (2013). **Priorit y setting for scaling-up tropical forest restoration projects: Early lessons from the Atlantic Forest Restoration Pact.** *Environmental Science & Policy*, 33, 395-404.

MODNA D, DURIGAN G, VITAL MVC. **Pinus elliottii Engelm como facilitadora da regeneração natural da mata ciliar em região de Cerrado, Assis, SP, Brasil.** *Scientia Forestalis* 2010; 38(85): 73-83.

MÜLLER, F.; LENZ, R. **Ecological indicators: theoretical fundamentals of consistent applications in environmental management.** *Ecological Indicators*, v.6, n.1, p.1-5, 2006

OLIVEIRA, R. E.; ENGEL, V. L. **A restauração ecológica em destaque: um retrato dos últimos vinte e oito anos de publicações na área.** *Oecologia Australis*, v.15, n.2, p.303-315, 2011.

OLIVEIRA, R.E. & ENGEL, V.L., 2011. **A restauração ecológica em destaque: um retrato dos últimos vinte e oito anos de publicações na área.** *Oecologia Australis*, vol. 15, pp. 303-315.

PARROTA JA, KNOWLES OH. **Restauração florestal em áreas de mineração de bauxita na Amazônia.** In: Kageyama PY, Oliveira RE, Moraes LF, Engel VL, Gandara FB, organizadores. *Restauração ecológica de ecossistemas naturais.* Botucatu: FEPAF; 2008. p. 307-330.

PRACH, K. et al. Manipulation of succession. In: WALKER, L. R.; WALKER, J.; HOBBS, R. J. (Ed.). **Linking restoration and ecological succession.** New York: Springer, 2007. p.121-149.

PULITANO, F. M.; DURIGAN, G.; DIAS, L. E. **A mata ciliar da Fazenda Cananéia: estrutura e composição florística em dois setores com idades diferentes.** In: BÔAS, O.V.; DURIGAN, G. (Org.). *Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no Oeste Paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão.* São Paulo: Páginas e Letras, 2004. v.1. p.419-445.

RICHARDSON, David M.; PYSEK, Petr. Elton, C.S. 1958: **the ecology of invasions by animals and plants. london.** *Progress In Physical Geography: Earth and Environment*, [S.l.],v. 31, n. 6, p. 659-666, dez. 2007.

RICHARDSON, David M.; PYSEK, Petr; REJMANEK, Marcel; BARBOUR, Michael G.; PANETTA, F. Dane; WEST, Carol J. **Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions.** *Diversity And Distributions* 6, [S.l.], v. 6, n. 2, p. 93-107.

RODRIGUES, E. R.; MONTEIRO, R.; CULLEN JUNIOR, L. **Dinâmica inicial da composição florística de uma área restaurada na região do Pontal do Paranapanema.** *Revista Árvore*, v.34, n.5, p.853-861, 2010.

RODRIGUES, R. R. et al. **On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest.** *Biological Conservation*, v.142, p.1242-1255, 2009.

ROSENFELD, M. F.; MULLER, S. C. **Ecologia funcional como ferramenta para planejar e monitorar a restauração ecológica de ecossistemas.** *Oecologia Australis*, v.24, n.3, p.550-565, 2020.

SCHLAEPFER, M. A.; SAX, D. F.; OLDEN, J. D. **The potential conservation value of non-native species.** Conservation Biology, v.25, p.428-437, 2011.

SER - SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL SCIENCE & POLICY WORKING GROUP. **The SER International Primer on Ecological Restoration.** Tucson: Society for Ecological Restoration International, 2004.

SOUZA, F. M.; BATISTA, J. L. F. **Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: Influence of age and restoration design on forest structure.** Forest Ecology and Management, v.191, p.185-200, 2004.

VIANI RAG, DURIGAN G, MELOACG. **A regeneração natural sob plantações florestais: desertos verdes ou redutos de biodiversidade?** Ciência Florestal 2010; 20(3): 533-552. <http://dx.doi.org/10.5902/198050982067>.

**ESPÉCIES EXÓTICAS NA RESTAURAÇÃO FLORESTAL: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA.**

Eduarda Victoria Nascimento Melo¹, Marília Alves Grugiki ²

Universidade Federal de Alagoas (UFAL)¹

Universidade Federal de Alagoas (UFAL)²

Resumo: A restauração ecológica consolidou-se como uma prioridade global, impulsionando diversas iniciativas ao redor do mundo com o objetivo de reverter, ou ao menos mitigar, os efeitos da degradação ambiental. O uso de espécies exóticas na restauração advém desde as primeiras atividades realizadas no Brasil, em virtude de que não existia nenhuma delimitação quanto a progênie das espécies plantadas. Por isso, é fácil encontrar espécies exóticas discurridas nas listas de teses, artigos científicos, dissertações, entre outros que foram publicados no país relacionados à restauração florestal. Diante do que foi apresentado, esse estudo tem por objetivo analisar a ocorrência e distribuição de espécies exóticas na restauração florestal, em estudos e projetos realizados no Nordeste Brasileiro, com o propósito de esclarecer perigos, ameaças e métodos de manejo. Evidenciando os objetivos específicos: i) ressaltar a quantidade de espécies exóticas encontradas; ii) classificar e mencionar a distribuição das espécies encontradas na região nordeste; iii) esclarecer perigos e apresentar ações de manejo. A revisão da literatura também orienta as decisões metodológicas, fornecendo parâmetros sobre como outros pesquisadores abordaram problemas semelhantes. Para o desenvolvimento deste estudo, realizou-se pesquisas com o levantamento de dados secundários, utilizando informações de teses, dissertações, artigos científicos e plataformas online, sobre a utilização de espécies exóticas na restauração florestal em projetos executados no Nordeste Brasileiro. Para a seleção dos documentos bibliográficos, foram utilizadas as plataformas periódico CAPES, Scielo, Google Acadêmico e o Elicit. As palavras-chave utilizadas foram: “espécies exóticas”, “restauração ecológica”, “restauração florestal”, “restauração no nordeste” e “espécies exóticas no nordeste”. Entre os anos 2006 a 2024, observou-se um aumento significativo no número de publicações sobre restauração florestal. Ao longo deste período, verificou-se um crescimento gradual na quantidade de artigos sobre o tema, atingindo seu ápice em 2017, ano que concentrou 16,7%. Do total de 65 documentos, 57 trouxeram alguma informação sobre o uso de espécies exóticas na restauração florestal, o que corresponde a aproximadamente 83,8% do total de arquivos analisados. Portanto, superar essas barreiras demanda investimentos em capacitação técnica, fomento à produção e distribuição de mudas nativas, fortalecimento de políticas públicas e fiscalização quanto ao cumprimento das normas estabelecidas pelo RENASEM. Apenas com o alinhamento entre teoria, prática e infraestrutura será possível consolidar uma restauração florestal efetiva, ecologicamente funcional e socialmente viável.

Palavras-chave: Espécie não nativa, Reabilitação, Reabilitação ecológica nordestina, revisão de literatura.

EXOTIC SPECIES IN FOREST RESTORATION: A BIBLIOGRAPHICAL REVIEW

ABSTRACT: Ecological restoration has become a global priority, driving various initiatives around the world with the aim of reversing, or at least mitigating, the effects of environmental degradation. The use of exotic species in restoration dates back to the first activities carried out in Brazil, because there was no definition of the progeny of the species planted. For this reason, it is easy to find exotic species discussed in lists of theses, scientific articles, dissertations, among others that have been published in the country related to forest restoration. In view of the above, the aim of this study is to analyse the occurrence and distribution of exotic species in forest restoration, in studies and projects carried out in north-eastern Brazil, with the aim of clarifying dangers, threats and management methods. The specific objectives are: i) to highlight the number of exotic species found; ii) to classify and mention the distribution of species found in the northeast; iii) to clarify dangers and present management actions. The literature review also guides methodological decisions, providing parameters on how other researchers have approached similar problems. To carry out this study, research was carried out using secondary data from theses, dissertations, scientific articles and online platforms on the use of exotic species in forest restoration in projects carried out in north-eastern Brazil. The CAPES, Scielo, Google Scholar and Elicit journal platforms were used to select the bibliographic documents. The keywords used were: ‘exotic species’, ‘ecological restoration’, ‘forest restoration’, ‘restoration in the northeast’ and ‘exotic species in the northeast’. Between 2006 and 2024, there was a significant increase in the number of publications on forest restoration. Throughout this period, there was a gradual increase in the number of articles on the subject, reaching its peak in 2017, the year that concentrated 16.7%. Of the total of 65 documents, 57 provided some information on the use of exotic species in forest restoration, which corresponds to approximately 83.8% of the total files analysed. Therefore, overcoming these barriers requires investment in technical training, encouraging the production and distribution of native seedlings, strengthening public policies and monitoring compliance with the rules established by RENASEM. Only by aligning theory, practice and infrastructure will it be possible to consolidate effective, ecologically functional and socially viable forest restoration.

Keywords: Non-native species, Rehabilitation, Northeastern ecological rehabilitation, literature review.

Introdução

A restauração ecológica consolidou-se como uma prioridade global, impulsionando diversas iniciativas ao redor do mundo com o objetivo de reverter, ou ao menos mitigar, os efeitos da degradação ambiental (Aronson; Alexander, 2013; Suding et al., 2015). Esta ciência foi concebida para impulsionar a recuperação de ecossistemas naturais, com ênfase nos processos funcionais, na composição das espécies e na estrutura da comunidade (McDonald et al., 2016).

É amplamente reconhecido que a restauração ecológica é um processo imprevisível e que a regeneração natural nem sempre é suficiente para produzir resultados satisfatórios dentro de um determinado período. Por esse motivo, o foco excessivo na redução de custos, limitando o projeto a aguardar o desenvolvimento do processo de sucessão secundária, ou confiando exclusivamente em espécies generalistas para recuperar os serviços ecossistêmicos conforme acordos estabelecidos, pode resultar em um erro, desperdiçando recursos e tempo sem garantir a restauração da biodiversidade nativa (Mônico, 2019; Mônico; Gandolfi, 2019).

Na restauração florestal, a interação entre espécies também pode ser vista como uma estratégia para contornar as limitações impostas pelo ambiente desfavorável (Avedano-Yanez et al., 2014). Nesse contexto, uma abordagem que tem recebido atenção é o uso de espécies nativas em conjunto com espécies exóticas de ciclo curto, plantadas entre as fileiras principais, visando estabelecer rapidamente um dossel temporário (Mônico, 2019).

Entre os benefícios apontados, destacam-se a proteção contra erosão, o sombreamento do solo que reduz a competição com gramíneas invasoras e a melhoria da fertilidade edáfica, principalmente quando se utilizam leguminosas com capacidade de fixação de nitrogênio. Estudos recentes indicam que essas espécies, se bem manejadas, podem acelerar o processo de sucessão ecológica ao facilitar o estabelecimento de plântulas nativas e reconfigurar parcialmente os processos ecológicos em áreas degradadas (Embrapa Florestas, 2022).

Por outro lado, os riscos são consideráveis. Muitas dessas espécies possuem alto potencial de invasão, podendo se estabelecer além das áreas plantadas, competir com a vegetação nativa e modificar processos ecológicos, como o regime de nutrientes e a

dinâmica de regeneração natural. Casos como o de *Leucaena leucocephala* e *Acacia mangium*, utilizados no Brasil, demonstram que, embora ofereçam benefícios imediatos, também podem comprometer o sucesso da restauração a longo prazo se não houver controle e substituição programada (SIF, 2023).

Diversos fatores, como a disseminação de sementes invasoras, a disponibilidade de bancos de sementes e mudas, a conectividade da paisagem, restrições socioeconômicas e a invasão biológica, podem prejudicar o sucesso da restauração (Melo et al. 2013; Martinez - Ramos et al. 2016).

Diante do que foi apresentado, esse estudo tem por objetivo analisar a ocorrência e distribuição de espécies exóticas na restauração florestal, em estudos e projetos realizados no Nordeste Brasileiro, com o propósito de esclarecer perigos, ameaças e métodos de manejo. Evidenciando os objetivos específicos: i) ressaltar a quantidade de espécies exóticas encontradas; ii) classificar e mencionar a distribuição das espécies encontradas na região nordeste; iii) esclarecer perigos e apresentar ações de manejo.

3 METODOLOGIA

De acordo com Creswell e Creswell (2018), a revisão da literatura também orienta as decisões metodológicas, fornecendo parâmetros sobre como outros pesquisadores abordaram problemas semelhantes.

Para o desenvolvimento deste estudo, realizou-se pesquisas com o levantamento de dados secundários, utilizando informações de teses, dissertações, artigos científicos e plataformas online, sobre a utilização de espécies exóticas na restauração florestal em projetos executados no Nordeste Brasileiro. Para a seleção dos documentos bibliográficos, foram utilizadas as plataformas periódico CAPES, Scielo, Google Acadêmico e o Elicit. As palavras-chave utilizadas foram: “espécies exóticas”, “restauração ecológica”, “restauração florestal”, “restauração no nordeste” e “espécies exóticas no nordeste”.

Silva e Menezes (2020) apontam que, em tempos de alta produção científica digital e acesso aberto a bases de dados, a revisão bibliográfica atua como ponte entre o pesquisador e a comunidade científica, atualizando o debate e promovendo interdisciplinaridade. Segundo Higgins et al. (2022), do *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*, a utilização de ferramentas digitais contribui para maior transparência e reprodutibilidade das revisões sistemáticas, pois permite que cada

etapa do processo como a triagem, extração de dados e avaliação da qualidade seja registrada e auditada de forma mais clara e detalhada.

Os dados disponíveis nos arquivos foram tabulados em uma planilha do Excel, restando as seguintes informações: identificação, tipo de documento, instituição, ano, autor, município, estado, ecossistema, bioma, fitofisionomia, áreas, técnica, informação sobre a área, número de espécies em geral, número de espécies nativas, número de espécies exóticas, e quais espécies exóticas. Os resultados da pesquisa foram selecionados por meio da leitura dos títulos e resumos dos artigos e avaliados para inclusão neste estudo.

Os dados brutos foram filtrados de acordo com os seguintes critérios: inclusão do estudo, cujo título ou resumo mencionasse "restauração florestal" ou "restauração ecológica"; estudos que analisassem o uso de modelagem de distribuição de espécies para apoiar projetos e programas de restauração florestal ou ecológica; e publicações em revistas científicas.

Como destaca Pagliuca et al. (2023), a revisão sistemática contribui significativamente para a ciência ao apresentar um panorama confiável e abrangente de um tema, facilitando a tomada de decisões em políticas públicas, práticas profissionais e formulação de novas pesquisas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

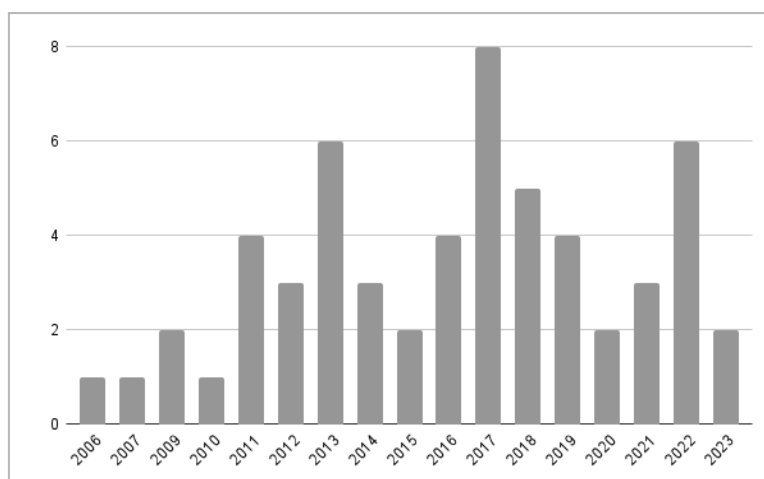
4.1 Análise quantitativa da literatura sobre Restauração Florestal

Entre os anos 2006 a 2024, observou-se um aumento significativo no número de publicações sobre restauração florestal. Ao longo deste período, verificou-se um crescimento gradual na quantidade de artigos sobre o tema, atingindo seu ápice em 2017, ano que concentrou 16,7% (Figura 1) do total de documentos presentes na base de dados utilizada nesta pesquisa. Sobre a contagem de arquivos disponíveis nas diferentes bases de dados, 72% dos documentos foram obtidos no Google Acadêmico (Figura 2).

A predominância de estudos de caso, que muitas vezes não contemplam aspectos essenciais relacionados ao uso de espécies não nativas na recuperação de áreas florestais no Nordeste como sua presença, distribuição, riscos ecológicos e estratégias de manejo evidencia uma lacuna teórica significativa. Tal cenário aponta que a formulação de bases conceituais robustas para orientar essas pesquisas ainda está em desenvolvimento

no Brasil. Conforme apontam Brancalion et al. (2018), a escolha e o manejo de espécies exóticas em projetos de restauração exigem critérios técnicos rigorosos e planejamento ecológico, a fim de evitar impactos negativos e promover resultados sustentáveis.

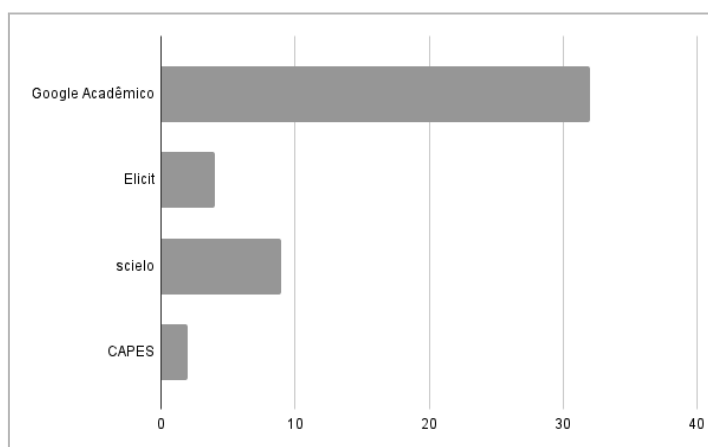
Figura 1: Distribuição dos documentos levantados na literatura (2006-2024), por ano de publicação.



Fonte: Elaboração própria.

A avaliação de projetos e ações de restauração também tem despertado interesse e, de acordo com os resultados, ganhou maior relevância na última década analisada, visto que no ano de 2017 teve um ápice em documentos relacionados ao uso de espécies exóticas na restauração florestal, mesmo com uma certa quantidade de estudos relacionado ao tema ainda há muito o que se estudar sobre o mesmo.

Figura 2 – Bases online na extração de informações no levantamento da literatura e organização do banco de dados.

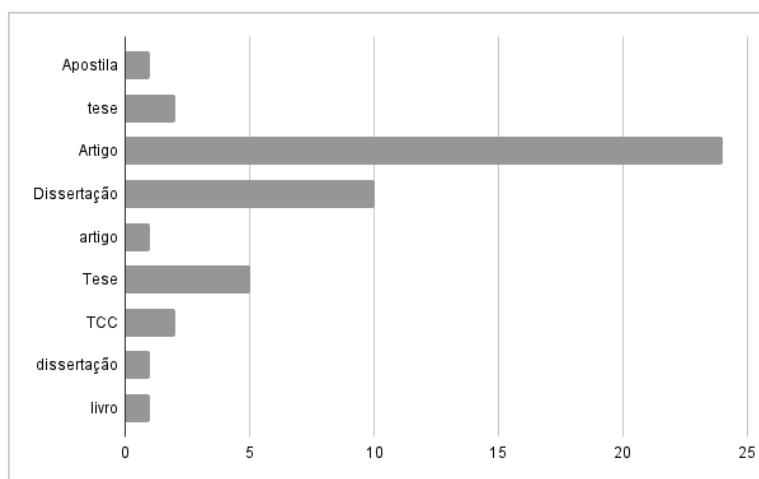


Fonte: Elaboração própria.

Após a adoção dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) pela ONU em 2015, especialmente o ODS 15 (Vida Terrestre), houve um aumento no foco global sobre conservação e restauração de ecossistemas, cujos efeitos começaram a se refletir em publicações nos anos seguintes, especialmente em 2017.

Nas cinco plataformas utilizadas na pesquisa, a de maior predominância de documentos que fez referência ao tema foi o “Google acadêmico” com 32 documentos. Os dados disponíveis também faziam referência às palavras chaves utilizadas.

Figura 3: Quantitativo dos documentos levantados na base de dados (2006-2024), por tipo de documento.



Fonte: Elaboração própria.

Na análise da base de dados, destaca-se o tipo 'artigo', com mais de 30 documentos selecionados conforme o tema da pesquisa, apresentando a maior predominância entre todas as categorias de documentos incluídas no período de 2006 a 2024 (figura 3).

A restauração florestal tem se tornado cada vez mais importante nas últimas décadas, sendo vista como uma abordagem fundamental para reduzir os impactos das mudanças climáticas, restaurar ecossistemas afetados e proteger a diversidade biológica. Contudo, um fator que ainda não recebeu a devida atenção por parte da ciência e da prática é a influência das espécies exóticas nesse contexto. A falta de pesquisas focadas na análise dos efeitos, sejam eles benéficos ou prejudiciais, das espécies exóticas em

iniciativas de restauração florestal destaca uma ausência relevante no entendimento ecológico e na elaboração de políticas públicas que sejam realmente eficazes.

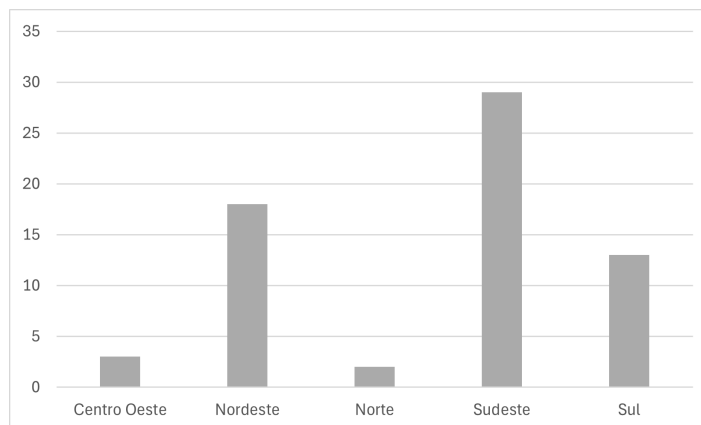
Tradicionalmente, as espécies exóticas são frequentemente encaradas com ceticismo devido ao risco que apresentam de se tornarem invasoras. Elas têm o potencial de ameaçar ecossistemas nativos e contribuir para a homogeneização da biodiversidade. Não obstante, em várias situações, essas espécies têm sido empregadas para diversos propósitos, incluindo a recuperação de solos afetados, a mitigação da erosão e a promoção do restabelecimento de espécies nativas.

A ausência de uma base científica robusta que examine os impactos ecológicos dessas práticas dificulta uma análise precisa dos riscos e das vantagens relacionadas, resultando em generalizações que podem prejudicar a eficácia e a sustentabilidade das iniciativas de restauração.

Análises mais minuciosas e contextualizadas são essenciais para compreender em quais circunstâncias a introdução de espécies exóticas na restauração pode ser vantajosa ou, pelo contrário, prejudicial. No entanto, essas análises ainda carecem de diretrizes ecológicas bem definidas, considerando aspectos como tipo de ecossistema, grau de degradação da área, histórico de uso do solo, potencial de invasão das espécies introduzidas e sua interação com a biodiversidade local. A ausência de protocolos padronizados e de uma base conceitual consolidada limita a capacidade de avaliar, com rigor, os riscos e benefícios associados ao uso de espécies não nativas nos diferentes contextos regionais do Brasil.

Segundo Rodrigues et al. (2022), aproximadamente 40% da produção científica nacional sobre restauração está concentrada em instituições da região Sudeste. O Sudeste foi uma das primeiras regiões do Brasil a ser ocupada e explorada intensamente, especialmente durante os ciclos econômicos da cana-de-açúcar, café e mineração. Isso gerou grande degradação ambiental e, conseqüentemente, alta demanda por projetos de restauração florestal (Brançalion et al., 2019).

Figura 4: Quantitativo dos documentos levantados na base de dados (2006-2024), por região.



Fonte: Elaboração própria.

A predominância de publicações sobre restauração florestal na Região Sudeste do Brasil em relação às demais regiões pode ser atribuída a uma combinação de fatores estruturais, históricos e acadêmicos. Em primeiro lugar, a região concentra algumas das mais importantes universidades e centros de pesquisa do país, como a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e a Universidade Federal de Viçosa (UFV), que possuem tradição em programas de pós-graduação e produção científica na área de ecologia e ciência florestal (Rodrigues et al., 2022). Além disso, o histórico de intensa degradação ambiental decorrente da ocupação agrícola e urbana, especialmente nos biomas Mata Atlântica e Cerrado, gerou uma demanda crescente por projetos de recuperação e conservação, motivando pesquisas aplicadas à restauração ecológica (Brançalion et al., 2019). Outro fator relevante é a maior disponibilidade de recursos financeiros e logísticos para desenvolvimento de projetos de restauração, por meio de editais públicos, iniciativas privadas e políticas ambientais mais consolidadas, como os Programas de Regularização Ambiental (PRA) e de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), especialmente no estado de São Paulo. Assim, a combinação entre infraestrutura acadêmica, contexto ambiental, acesso a financiamento e políticas públicas eficazes contribui para que o Sudeste se destaque como principal polo de produção científica sobre restauração florestal no Brasil.

4.2 Análise qualitativa da literatura sobre o uso de espécies exóticas na restauração florestal

Do total de 65 documentos, 57 trouxeram alguma informação sobre o uso de espécies exóticas na restauração florestal, o que corresponde a aproximadamente 83,8% do total de arquivos analisados. Sob a perspectiva ecológica, foram consideradas exóticas não apenas as espécies originárias de outros países, mas também aquelas que se encontram fora de sua área de distribuição natural, especialmente em um país de dimensões continentais como o Brasil.

Com o intuito de avaliar o uso de espécies nativas e exóticas na restauração de matas ciliares, no estado de São Paulo, foi realizada uma análise de 44 projetos de restauração entre os anos de 1957 a 2008. Com isso, em uma das análises, perceberam que a frequência do uso de espécies não-nativas na restauração de matas ciliares foi elevado, sendo constatada em todos os plantios estudados (Assis et. al. 2025). Em outro estudo, realizado em áreas de mineração, destaca que apesar do uso de espécies exóticas geralmente ser desaconselhado, em certas circunstâncias, como em solos expostos e suscetíveis à erosão, alguns autores sugerem sua aplicação para fornecer cobertura vegetal rápida e aprimorar a fertilidade do solo, uma prática particularmente importante no caso da mineração. Neste estudo, foi necessário a erradicação de *Leucaena leucocephala* já na fase inicial do reflorestamento como medida preventiva (Jesus et al. 2016).

Por outro lado, um estudo realizado por Santilli e Durigan (2014), o estudo revelou que, mesmo em uma comunidade em restauração onde 94% das árvores plantadas (correspondendo a 86% das espécies) eram exóticas, após 8 anos do plantio, apenas 3% das plantas regenerantes pertenciam a espécies exóticas. Esse resultado sugere uma tendência clara de aumento na similaridade florística com o ecossistema natural de referência à medida que o tempo de restauração avança, indicando um possível progresso em direção à reconstituição da composição vegetal original.

O monitoramento e a avaliação de áreas em processo de restauração são essenciais para acompanhar seu desenvolvimento. No estudo sobre Restauração Florestal de uma Mina de Bauxita, realizado por Silva et al. (2016), o objetivo foi avaliar as mudas de espécies arbóreas plantadas para a restauração florestal em uma área pós-mineração de bauxita, 18 meses após o plantio. Durante a pesquisa, foram

identificadas apenas sete espécies exóticas, entre as quais uma se destacou por sua agressividade no processo de restauração: a *Leucaena leucocephala*. A erradicação desta espécie é necessária, assim como a introdução de espécies nativas. Devido à juventude das plantações, a remoção da *Leucaena* foi facilitada. Contudo, deve-se evitar o uso de outras espécies exóticas, exceto em situações específicas. Alguns autores sugerem sua utilização em locais de solos expostos e em risco de erosão, pois podem proporcionar uma cobertura rápida e melhorar a fertilidade do solo, o que é particularmente relevante em áreas de mineração.

Estudos como a “Análise florística por meio do monitoramento em áreas de restauração ecológica” (Silva et al., 2014) e “Viabilidade econômica e ecológica dos modelos sucessionais de restauração florestal nos serviços ambientais na Mata Atlântica brasileira” (José, 2023), e os citados acima foram realizados com o objetivo de desenvolver metodologias mais acessíveis e que oferecem maior previsibilidade nos resultados, aproveitando os mecanismos ecológicos instrumentos de ecossistemas gerados pela interação complexa entre as espécies do mesmo ambiente. Nesse contexto, uma alternativa promissora é o uso de espécies nativas em consórcio com espécies exóticas de ciclo curto, cultivadas nas entrelinhas, ocorrendo a formação rápida de um dossel transitório (Mônico, 2019).

É fundamental realizar uma análise aprofundada sobre diversos fatores, incluindo o padrão de reprodução dessas espécies, suas interações com a fauna e flora nativas, bem como sua habilidade em modificar ciclos ecológicos. A aquisição desse tipo de conhecimento é fundamental para a formulação de diretrizes técnicas que sejam transparentes e fundamentadas em evidências para a utilização responsável, ou até mesmo a exclusão, dessas espécies em projetos de restauração.

4.3 Análise da literatura sobre o uso de espécies exóticas na restauração florestal no Nordeste

Na base de dados foram selecionados 18 dos 65 documentos que faziam referência a alguma área localizada na região nordeste. A escassez de publicações sobre restauração florestal na Região Nordeste do Brasil pode ser explicada por fatores socioeconômicos, estruturais e científicos. Historicamente, a região apresenta menor concentração de instituições de ensino e pesquisa com tradição consolidada na área de

ecologia e restauração, o que limita a produção científica especializada (Rodrigues et al., 2022).

Além disso, o Nordeste enfrenta desafios estruturais significativos, como restrições orçamentárias em universidades públicas, menor oferta de programas de pós-graduação em ciências ambientais e dificuldades no acesso a financiamento para pesquisa, o que compromete a continuidade e abrangência dos estudos (Melo et al., 2021). Outro fator relevante é a predominância de biomas como a Caatinga, que ainda é pouco estudado em comparação à Mata Atlântica e à Amazônia, tanto por lacunas históricas de pesquisa quanto por menor reconhecimento em políticas ambientais nacionais (Silva et al., 2023).

Embora existam iniciativas importantes de restauração em ecossistemas nordestinos, muitas delas não resultam em publicações científicas, permanecendo como experiências técnicas pouco divulgadas academicamente. Dessa forma, a combinação entre menor infraestrutura científica, ausência de políticas de incentivo à pesquisa regional e o apagamento histórico de ecossistemas semiáridos contribui para a baixa representatividade do Nordeste na literatura sobre restauração ecológica no Brasil.

Estudo realizado na Caatinga, em Pernambuco, Alves et al. (2019) faz uma avaliação da flora em diferentes ambientes e condições de preservação de uma área de caatinga. Essa pesquisa foi realizada no Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, a área de estudo foi dividida em seis ambientes distintos e no total, foram amostradas 29 espécies, distribuídas em 16 gêneros e 13 famílias. As famílias Poaceae e Fabaceae costumam apresentar alta representatividade em levantamentos de flora exótica (Almeida et al., 2014; Fabricante et al., 2015; Horowitz et al., 2013).

De acordo com Sobrinho (2019) o estudo apresentado teve como objetivo geral avaliar o restabelecimento de processos ecológicos em áreas restauradas nas margens do rio Sirinhaém em Sirinhaém-Pernambuco. Nas primeiras áreas foram encontradas AR1 86% espécies nativas e 14% espécies exóticas, AR2 83% espécies nativas e 17% exóticas, sendo comuns nas duas áreas as espécies *Syzygium cumini* e *Pachira aquatica*, na qual foi aconselhado a supervisão dessas espécies nos estratos de restauração para que fosse evitados grandes danos.

Segundo Jesus (2016), em um trabalho desenvolvido sobre a regeneração natural de espécies vegetais em jazidas revegetadas que teve por objetivo avaliar comparativamente três modelos de plantio distintos de PRADs, com o uso de espécies nativas e exóticas em áreas mineradas, utilizando como principal indicador a regeneração natural e a diversidade florística associada entre as áreas. O mesmo foi desenvolvido na cidade de Alagoinhas, no estado da Bahia, as áreas foram plantadas com a espécie exótica *Eucalyptus* sp. e outras espécies nativas. Neste estudo, *Eucalyptus* sp. ocorreu em todas as áreas em recuperação como espécie exótica, segundo Assis et al. (2013), apesar da existência de instrumentos legais para regular o uso de espécies exóticas, o planejamento dessas espécies continua sendo utilizada em PRADs, concluindo que nesse cenário, é fundamental intensificar os esforços em pesquisas sobre os impactos das espécies exóticas em plantios de PRAD, além de promover a produção de mudas de espécies nativas locais. Além disso, especialmente no contexto da recuperação de áreas mineradas, é necessário explorar alternativas de restauração que ofereçam maiores chances de resgatar a diversidade biológica local.

Estudo realizado por Grugiki (2018), com o objetivo de avaliar áreas sob processo de restauração florestal, a pesquisa visa propor implementar e monitorar ações de manejo adaptativo, além de avaliar a percepção dos moradores locais sobre o processo de restauração nas comunidades circunvizinhas. O estudo é dividido em três capítulos. O primeiro é focado na região norte do estado de Pernambuco, enquanto os capítulos subsequentes utilizam terrenos cedidos pela Usina para a realização da pesquisa. Durante o trabalho, foram identificadas espécies nativas e exóticas no plantio de restauração, com destaque para a presença de seis espécies exóticas. A exclusão dessas espécies é enfatizada por SER (2004) como um dos princípios fundamentais da restauração ecológica, uma vez que estudos demonstram que as espécies exóticas, ao invadirem ambientes naturais, podem comprometer a biodiversidade e afetar os processos ecossistêmicos (Vila et al., 2011; Gilbert; Levine, 2013; Katsanevakis et al., 2014). Enquanto alguns estudos abordam os problemas causados por espécies exóticas no contexto da restauração, outros não encontraram evidências de impactos negativos em situações específicas (Viani; Durigan; Melo, 2010; Santilli; Durigan, 2014).

É fundamental realizar estudos de longo prazo sobre o desenvolvimento de florestas em restauração e o comportamento das espécies exóticas nessas comunidades.

Esses estudos fornecem suporte para decisões de manejo, tanto em relação às espécies exóticas já existentes quanto às que podem ser utilizadas na restauração ecológica.

4.4 Principais espécies exóticas identificadas na literatura sobre restauração florestal

A partir da análise dos 65 artigos selecionados na literatura, foram identificadas 55 espécies vegetais pertencentes a 28 famílias botânicas, sendo 52 exóticas e 2 espécies nativas do Brasil sendo considerada exótica invasora a *Mimosa caesalpiniiifolia* e *Pachira aquática*. As cinco espécies mais recorrentes nos estudos foram *Azadirachta indica* (Meliaceae), *Syzygium cumini* (Myrtaceae), *Eucalyptus* sp. (Myrtaceae), *Eriobotrya japonica* (Rosaceae) e *Hovenia dulcis* (Rhamnaceae), podendo vir uma reflexão sobre a predominância dessas espécies com características favoráveis à restauração, como rusticidade, crescimento rápido e adaptação a diferentes ambientes.conforme apresentado na Tabela 1.

Nativa da Caatinga, *Mimosa caesalpiniiifolia* foi amplamente utilizada em programas de reflorestamento, cercas vivas, recuperação de áreas degradadas e produção de lenha. No entanto, fora de sua área de ocorrência natural, principalmente nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, a espécie tem demonstrado comportamento invasivo (BERGALLO et al., 2021). Sua capacidade de germinação rápida, rebrota intensa após corte e alta produção de sementes favorece sua dispersão em ambientes abertos, como bordas de florestas e clareiras. Com isso, ela compete com espécies nativas por recursos como luz, espaço e nutrientes, prejudicando a regeneração natural e a diversidade florística.

Já *Pachira aquatica*, embora nativa de regiões alagadas da América Central e do norte da América do Sul, não é originária de boa parte dos biomas brasileiros onde vem sendo cultivada. Introduzida com fins ornamentais e paisagísticos, tem escapado para áreas naturais em estados como Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (SILVA, 2021). Devido à sua elevada produção de sementes e à dispersão eficiente por animais (zoocoria), a espécie forma populações densas em áreas úmidas, alterando a composição e estrutura da vegetação nativa. Além disso, a sombra densa proporcionada por suas copas dificulta o crescimento de plântulas nativas e muda o microclima local.

Conforme destacado por Bergallo et al. (2021), a atualização contínua das listas de espécies exóticas invasoras, aliada à implementação de políticas públicas eficazes para seu controle e prevenção, é fundamental diante dos impactos ecológicos, sociais e econômicos que essas invasões podem ocasionar.

Tabela 1: Lista de espécies exóticas identificadas nos documentos do banco de dados.

Família/ Espécie	Nome Regional	Forma de Vida	Local de Origem	Potencial Invasor
Agavaceae <i>Agave sisalana</i> Perrine ex Engelm.	Sisal	Arbusto	América Central	Baixo
Amaranthaceae <i>Amaranthus viridis</i> L.	Caruru comum	Herbácea	América Central	-
Anacardiaceae <i>Mangifera indica</i> L. <i>Rhus succedanea</i> L.	Mangueira Charão	Árvore Árvore	Ásia Ásia	Moderado -
Annonaceae <i>Annona muricata</i> L.	Graviola	Árvore	América Central	-
Arecaceae <i>Caryota urens</i> L. <i>Cocos nucifera</i> L. <i>Elaeis guineensis</i> Jacq. <i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O.F.Cook	Palmeira rabo de peixe Coqueiro-Comum dendezeiro Palmeira Real	Palmeira Palmeira Palmeira Palmeira	Índia Ásia África Antilha	Alto - Moderado Alto
Asclepiadaceae <i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T.Aiton	Flor-de-Seda	Arbusto	África/ Ásia	Alto
Asparagaceae <i>Furcraea foetida</i> (L.) Haw.	Gravatá açu	Erva	América Central	Moderado
Asteraceae <i>Bidens pilosa</i> L. <i>Coleostephus myconis</i> (L.) Cass.	Picão preto Olhos de Boi	Herbácea Erva	América tropical Europa	- -
Balsaminaceae <i>Impatiens walleriana</i> Hook.f.	Maria-sem-vergonha	Erva	África	Alto
Bignoniaceae <i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv. <i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Bisnagueira Ipê-de-jardim	Árvore Arbusto	África México	- Alto

Combretaceae				
<i>Terminalia catappa</i> L.	Amendoeira da praia	Árvore	Ásia	Moderado
Euphorbiaceae				
<i>Jatropha curcas</i> L.	Pião Branco	Arbusto	América do sul/Central	Alto
<i>Ricinus communis</i> L.	Mamona	Arbusto	África	Moderado
Fabaceae				
<i>Acacia auriculiformis</i> A.Cunn. ex Benth.	Acácia	Árvore	Ásia/Oceania	-
<i>Acacia longifolia</i> (Andrews) Willd.	Salgueiro-amarelo	Árvore	Austrália	Alto
<i>Acacia mangium</i> Willd.	Acácia mangium	Árvore		Alto
<i>Acacia mearnsi</i> De Wild.	Acácia negra	Árvore	Austrália	Alto
<i>Bauhinia variegata</i> L. var.	Pata de vaca	Árvore	Austrália	-
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	Flamboyanzinho	Árvore	Ásia	-
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucena	Arbusto	América Central	Alto
<i>Mimosa caesalpinhiifolia</i> Benth.	Sabiá	Árvore	Brasil	Alto
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Cina-cina	Arbusto		-
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Algaroba	Árvore	Estados Unidos/ México	Alto
<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	Tipuana	Árvore	América Central Argentina/ Bolívia	-
Lamiaceae				
<i>Tectona grandis</i> L.f.	Teca	Árvore	Ásia	-
Malvaceae				
<i>Dombeya wallichii</i> (Lindl.) Baill.	Astrapéia	Árvore	Madagascar	-
<i>Pachira aquática</i>	Munguba	Árvore	Brasil	Alto
Meliaceae				
<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Nim	Árvore	Ásia	
<i>Melia azedarach</i> L.	Cinamomo	Árvore	Ásia	Alto Alto
Moraceae				
<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Jaqueira	Árvore	Ásia	-
Muntingiaceae				
<i>Muntingia calabura</i> L.	Pau-seda	Árvore	América Central	-
Musaceae				
<i>Musa ornata</i> Roxb.				
	Bananeira de jardim	Herbácea	Ásia	-
Myrtaceae				
<i>Eucalyptus</i> sp				
<i>Psidium guajava</i> L.	Eucalipto	Árvore	Indonésia	Alto
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Goiabeira	Árvore	América Tropical	Alto
<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M.Perry	Jambolão	Árvore	Índia	Moderado
	Jambo vermelho	Árvore	Ásia	Moderado

Nyctaginaceae				
<i>Boerhavia diffusa</i> L.	Erva tostão	Erva	Índia	-
Oleaceae				
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	Ligustro	Árvore	Ásia	Alto
Poaceae				
<i>Andropogon gayanus</i> Kunth	Capim gambá	Erva	África	Alto
<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. ex J.C.Wendl.	Bambu	Herbácea	Ásia	Alto
<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	Capim búfel			
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Gramma bermuda	Erva	América Tropical	-
<i>Megathyrsus</i>		Erva	África	-
<i>maximus</i> (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs	Capim guiné	Erva	Índia	-
<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.	Capim gordura	Erva	África	Alto
Rhamnaceae				
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Uva do Japão	Árvore	Ásia	Alto
Rosaceae				
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Nêspira	Árvore	Ásia	Moderado
Rutaceae				
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Limão	Árvore	Ásia	Moderado
Solanaceae				
<i>Physalis pruinosa</i> L.	Canapú	Herbácea	América do Sul	-
Zygophyllaceae				
<i>Tribulus terrestris</i> L.	Cruz de malta	Erva	Índia	-

“-”: sem informações sobre o caráter invasor da espécie no Brasil. Potencial invasor: foi coletado informações do instituto Hórus.

Fonte: Elaboração própria.

Nos documentos selecionados com localização na região Nordeste, as espécies *Prosopis juliflora* (Fabaceae) e *Azadirachta indica* (Meliaceae) foram as mais frequentemente registradas. *Prosopis juliflora*, pertencente à família Fabaceae e popularmente conhecida como algaroba, é uma espécie originária do México, América Central e do norte da América do Sul. No Brasil, sua ocorrência é amplamente registrada na região Nordeste, especialmente no semiárido, onde tende a invadir áreas degradadas. O uso da algaroba para ações de reflorestamento está associado à sua rápida

adaptação, elevada tolerância à seca e à produção de madeira de boa qualidade, com múltiplas aplicações. Destaca-se ainda pela produção de vagens nutritivas, bem aceitas por animais, e pela capacidade de frutificação durante o período de estiagem (EMBRAPA, 2025).

Estudo conduzido no Rio Grande do Norte demonstrou que áreas invadidas por *P. juliflora* apresentaram uma redução significativa na diversidade de espécies arbustivo-arbóreas. O índice de diversidade de Shannon-Wiener caiu de 2,74 em áreas não invadidas para 0,88 em áreas invadidas, indicando uma dominância quase exclusiva da algaroba e comprometendo a regeneração natural das espécies nativas (SILVA et. al., 2017). Na Paraíba, pesquisas revelaram que *P. juliflora* representa mais de 70% da estrutura arbórea em áreas invadidas, resultando em comunidades monodominantes e uma drástica redução na fitodiversidade local (ALMEIDA et. al., 2008).

A *Prosopis juliflora* é uma espécie arbórea leguminosa amplamente estudada por seu potencial em programas de restauração ecológica, especialmente em regiões semiáridas e degradadas. Seu uso, no entanto, é marcado por uma dualidade entre benefícios ecológicos e impactos negativos, o que exige uma avaliação criteriosa de seu emprego em projetos ambientais.

Do ponto de vista positivo, diversos autores destacam a capacidade de *P. juliflora* de contribuir para a melhoria das condições edáficas, principalmente por meio da fixação biológica de nitrogênio (Pasiecznik et al., 2001), um processo essencial para a recuperação da fertilidade do solo em áreas degradadas. Além disso, trata-se de uma espécie altamente resistente à seca e a solos salinos e pobres, características que a tornam adequada para a revegetação de áreas afetadas pela desertificação (Luna et al., 2014). Seu sistema radicular profundo e a densa copa contribuem para o controle da erosão e estabilização do solo (El-Keblawy & Al-Rawai, 2006). A espécie também apresenta elevado potencial de produção de biomassa, podendo ser utilizada como fonte de lenha, forragem e matéria-prima para diferentes usos, o que é valorizado em contextos de uso múltiplo do solo (Silva et al., 2017).

Contudo, o uso de *P. juliflora* não está isento de riscos ecológicos. Um dos principais problemas associados à espécie é seu comportamento invasivo fora da região de origem, como observado em partes da África, Ásia e no Nordeste brasileiro, onde foi introduzida para projetos de reflorestamento e controle da desertificação (Shiferaw et

al., 2004). Nessas regiões, a planta forma densos povoamentos monoespecíficos, competindo com espécies nativas por luz, água e nutrientes, o que compromete a regeneração natural e reduz a biodiversidade local (López et al., 2018). Além disso, estudos apontam que a *P. juliflora* pode exercer efeitos alelopáticos, liberando compostos químicos que inibem o crescimento de outras plantas (Rizvi et al., 1999). Os impactos negativos não se restringem ao meio ambiente; há também consequências socioeconômicas, como a invasão de áreas agrícolas, dificuldade de manejo e riscos para humanos e animais devido à presença de espinhos (Berhanu; Tesfaye, 2006).

Diante desse cenário, é fundamental considerar que o uso de *Prosopis juliflora* em projetos de restauração deve ser baseado em evidências científicas e submetido a estratégias rigorosas de monitoramento e controle, priorizando-se, sempre que possível, o uso de espécies nativas, conforme recomendam as diretrizes da Sociedade para a Restauração Ecológica (SER, 2004). A decisão por sua utilização deve considerar tanto os benefícios ecológicos potenciais quanto os riscos de invasão e degradação ambiental, evitando comprometer os objetivos a longo prazo da restauração de ecossistemas.

Azadirachta indica, pertencente à família Meliaceae e conhecida popularmente como Nim, é nativa da Índia. Amplamente utilizada no Sertão Nordeste, possui um rápido crescimento em função da sua notável resistência à seca e por ser muito bem adaptável ao solo, sendo, especialmente utilizada em programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas. Estudo realizado por Santos e Fabricante (2020) para avaliar a suscetibilidade à invasão de *A. indica* nos estados nordestinos, indicou alta propensão à invasão em toda a região, levando os autores a desaconselhar o plantio da espécie e sugerir sua substituição na arborização urbana por espécies nativas.

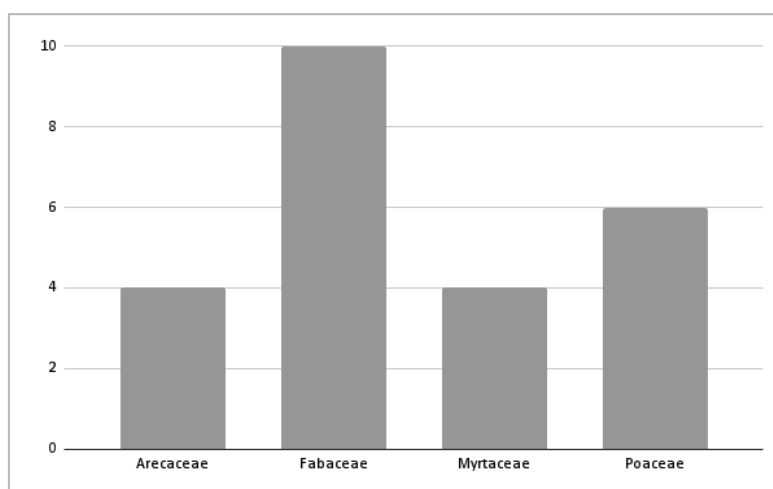
Ainda sobre o potencial invasor do Nim, estudo recente avaliou os efeitos alelopáticos de extratos de folhas de *A. indica* na germinação e desenvolvimento de *Cenostigma pyramidale* (catingueira) e *Myracrodruon urundeuva* (aroeira). Os resultados mostraram que o nim exerce influência significativa na germinação e desenvolvimento das plântulas dessas espécies, indicando seu potencial impacto negativo na regeneração natural da vegetação nativa (SILVA et. al., 2020).

A família Fabaceae com 11 espécies (22,4 %), Poaceae com 6 espécies (15,8 %) foram as famílias com mais representatividade, já nos documentos com referência a região Nordeste as famílias Fabaceae e Myrtaceae também tiveram um maior destaque

quanto as outras famílias. A família Fabaceae está entre as três famílias com maior número de espécies exóticas no bioma brasileiro, demonstrando maior facilidade no seu desenvolvimento em diferentes ambientes.

Conforme mencionado anteriormente, as famílias com maior representatividade na base de dados foram Fabaceae e Myrtaceae, destacando-se também Bignoniaceae, Malvaceae e Meliaceae, registradas em quase todas as regiões abrangidas pelos documentos analisados. Das 28 famílias identificadas, 10 apresentaram maior frequência de ocorrência na região Nordeste em iniciativas de restauração ecológica. Evidencia-se a necessidade de estudos de longa duração voltados ao monitoramento do desenvolvimento de florestas em processo de restauração, bem como à dinâmica de espécies exóticas nessas comunidades, com o objetivo de subsidiar decisões técnicas quanto à utilização, manejo ou exclusão dessas espécies em projetos de restauração ecológica e reabilitação de ecossistemas.

Figura 5. Famílias com maior representatividade de espécies exóticas identificadas nos documentos.



Fonte: Elaboração própria.

4.5 Perigo e Ações de manejo para espécies exóticas na restauração florestal

Iniciativas de manejo externas à erradicação de espécies exóticas devem ser acompanhadas por estudos ecológicos detalhados, que comprovem que a permanência dessas espécies pode representar um risco para o ecossistema em restauração ou para ecossistemas naturais adjacentes. Diversas técnicas têm sido empregadas no manejo de

áreas em restauração, como: plantio de enriquecimento (Santos; Durigan, 2013); controle de gramas (Torezant; Mantoani, 2013), desbaste com o objetivo de abrir o dossel (Onefre et al. 2013; Melo et al. 2013) e a remoção gradual de árvores de espécies específicas (exóticas) (Durigan; Silveira; Melo, 2013).

O manejo eficaz de espécies exóticas invasoras (EEIs) exige ações integradas que incluem prevenção, controle e monitoramento. A análise de risco e a gestão das vias de introdução são estratégias preventivas fundamentais, permitindo identificar espécies com alto potencial invasivo antes de sua introdução em novos ambientes (Zenni et al., 2016). A detecção precoce e resposta rápida também são cruciais, conforme destacado por o Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2023), sendo capazes de evitar o estabelecimento e a propagação de EEIs.

No controle, métodos mecânicos e químicos integrados têm se mostrado eficientes, como no corte e aplicação localizada de herbicidas em espécies lenhosas (Rodrigues; Victor; Sartori, 2013). Tais ações devem ser inseridas em um manejo adaptativo, com ajustes baseados no monitoramento contínuo dos resultados (Moraes et al., 2014).

Além disso, o engajamento comunitário e a coprodução de políticas públicas são estratégias reconhecidas por fortalecerem a efetividade das ações, ao integrar conhecimentos científicos e saberes locais (Silva et al., 2022). Por fim, o monitoramento contínuo das áreas manejadas é essencial para avaliar os impactos das espécies exóticas e a eficácia das estratégias aplicadas (Society For Ecological Restoration, 2019).

Ademais é fundamental realizar a análise e o monitoramento das áreas resultantes de processos de restauração ambiental, pois, por meio dessas ações, é possível identificar precocemente fontes que possam melhorar a eficácia do processo em uma determinada área, tornando essencial o manejo e o acompanhamento contínuo (Brancaion, 2012; Girardi, 2015). Ademais o monitoramento contínuo, realizado por meio da aplicação de bioindicadores, é crucial para garantir a sustentabilidade das áreas no processo de restauração. Esse monitoramento permite identificar ações de manejo ecológico, como o plantio de enriquecimento e o controle de espécies exóticas invasoras quando for necessário.

Essa perspectiva é fortalecida por Zenni et al. (2021), que propõem um sistema de avaliação pautado nos impactos contextuais e nos riscos específicos de cada espécie, em vez de adotar uma abordagem de exclusão generalizada. A proposta visa subsidiar decisões de manejo mais eficazes, fundamentadas em evidências científicas.

Diante dos desafios enfrentados nos processos de restauração ecológica, torna-se evidente a persistência de algumas limitações que acabam por favorecer, ainda que de forma não ideal, o uso de espécies exóticas. A escassez de mudas de espécies nativas, especialmente aquelas adaptadas às condições ecológicas locais, é um dos principais entraves que levam técnicos e gestores a recorrerem às exóticas como alternativa imediata. Embora a literatura especializada recomenda de forma consistente a priorização de espécies nativas, reconhecidas por sua contribuição à recuperação das funções ecossistêmicas e à promoção da biodiversidade, a disponibilidade limitada nos viveiros, muitas vezes agravada pela falta de produção regionalizada, impõe restrições práticas à sua utilização.

Além disto, a carência de conhecimento técnico aprofundado sobre ecologia de espécies nativas, suas exigências edáficas e comportamentos em diferentes estágios sucessionais compromete a eficácia dos projetos de restauração. Soma-se a esse cenário a presença de viveiros não credenciados no Registro Nacional de Sementes e Mudas (RENASEM), o que compromete a rastreabilidade e a qualidade genética e fisiológica das mudas ofertadas. Essa informalidade no fornecimento de material vegetal contribui para a adoção de estratégias menos sustentáveis, em que o uso de exóticas se torna uma solução de conveniência, e não de excelência técnica.

Portanto, superar essas barreiras demanda investimentos em capacitação técnica, fomento à produção e distribuição de mudas nativas, fortalecimento de políticas públicas e fiscalização quanto ao cumprimento das normas estabelecidas pelo RENASEM. Apenas com o alinhamento entre teoria, prática e infraestrutura será possível consolidar uma restauração florestal efetiva, ecologicamente funcional e socialmente viável. Estabelecer redes de monitoramento padronizadas e compartilhar informações em plataformas internacionais de acesso aberto, como o Global Invasive Species Information Network (GISIN), são estratégias amplamente recomendadas para viabilizar uma resposta coordenada em escala global.

5 CONCLUSÃO

Este estudo evidencia que o uso recorrente de espécies exóticas em projetos de restauração ecológica no Nordeste brasileiro, especialmente *Prosopis juliflora* e *Azadirachta indica*, representa um desafio significativo à recuperação da biodiversidade e ao funcionamento dos ecossistemas. Os dados levantados indicam que a escassez de mudas nativas, a baixa produção regionalizada e o desconhecimento técnico sobre o comportamento ecológico de espécies autóctones são fatores que favorecem a adoção de exóticas em diferentes contextos de restauração, inclusive em áreas críticas como margens de rios e áreas degradadas por mineração. As famílias Fabaceae e Myrtaceae foram as mais representadas entre as espécies exóticas registradas, com forte presença na região Nordeste.

Nesse contexto, reforça-se a necessidade de estudos de longo prazo sobre a dinâmica de espécies exóticas em áreas em restauração, bem como o desenvolvimento de estratégias de manejo que promovam a substituição progressiva dessas espécies por nativas regionais. Além disso, é essencial o fortalecimento de políticas públicas que incentivem a produção de mudas nativas, a fiscalização de viveiros e a aplicação de critérios técnicos rigorosos na seleção de espécies para projetos de restauração florestal.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA WR, LOPES AV, TABARELLI M, LEAL IR. 2014. **A flora exótica da Caatinga brasileira: introduções deliberadas expandem o contingente de invasores potenciais.** *Invasões biológicas*, 17(1): 51-56.
- ALMEIDA, J. P. N. de; FERREIRA, R. L. C.; LIRA, M. A. **Composição florística e estrutura da vegetação lenhosa em áreas invadidas por algaroba (*Prosopis juliflora*) na Caatinga paraibana.** *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 30, n. 4, p. 435–442, 2008.
- ARONSON, J., GOODWIN, N., ORLANDO, L., EISENBERG, C., & CROSS, A. (2017). **A world of possibilities: six restoration strategies to support the United Nations Decade on Ecosystem Restoration.** *Restoration Ecology*, 25(5), 714–721.
- ARONSON, J.; ALEXANDER, S. **Ecosystem restoration is now a global priority: time to roll up our sleeves.** *Restoration Ecology*, Malden, v. 21, n. 3, p. 293-296, 2013
- ASSIS GB, SUGANUMA MS, MELO ACG, DURIGAN G. **Uso de espécies nativas e exóticas na restauração de matas ciliares no estado de São Paulo (1957-2008).** *Revista Árvore* 2013; 37(4): 599-609.
- AVENDAÑO-YÁÑEZ, M.L.; SÁNCHEZ-VELÁSQUEZ, L.R.; MEAVE, J.A.; PINEDA-LÓPEZ, M.R. **Is facilitation a promising strategy for cloud forest restoration?** *Forest Ecology and Management*, v. 329, p. 328–333, 2014.
- BARREAU, A., IBARRA, J.T., WYNDHAM, F.S., ROJAS, A., KOZAK, R.A., 2016. **How can we teach our children if we cannot access the forest? generational change in mapuche knowledge of wild edible plants in andean temperate ecosystems of chile.** *Journal of Ethnobiology*, [online] 36.
- BERGALLO, H. G. et al. **Primeira lista de referência de espécies exóticas invasoras no Brasil.** *BioInvasões*, 2021. Disponível em: https://bioinvasiones.cl/wp-content/uploads/2024/08/Bergallo_et_al_2021.pdf.
- BERHANU, A., & TESFAYE, G. (2006). **The impact of *Prosopis juliflora* on the sustainable livelihoods of pastoral communities in the Afar Region of Ethiopia.** *Drylands Coordination Group Report No. 38.*
- BRANCALION, P. H. S. et al. **Estratégias para aumentar a disponibilidade de sementes e mudas nativas para a restauração da Mata Atlântica.** *Novos Cadernos NAEA*, v. 15, n. 2, p. 145-168, 2012.
- BRANCALION, P. H. S. et al. **O uso de espécies exóticas na restauração ecológica.** *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 70, n. 1, p. 38–42, 2018.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Espécies Exóticas Invasoras.** Brasília: MMA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mma>. Acesso em: 22 maio 2025.

CAVALERI ET AL. (2015). **Espécies exóticas de rápido crescimento podem ser úteis em estágios iniciais da restauração, preparando o ambiente para o estabelecimento de nativas.** *Forest Ecology and Management*, 354, 107–119.

CAVALERI, M. A., OSTERTAG, R., CORDELL, S., & SACK, L. (2015). **Em locais severamente degradados, a inclusão estratégica de espécies exóticas pode criar condições favoráveis para o retorno de espécies nativas e para a sucessão ecológica.** *Forest Ecology and Management*, 354, 107–119.

CRESWELL, John W.; CRESWELL, J. David. **Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches.** 5th ed. SAGE Publications, 2018.

DURIGAN, G.; SILVEIRA, E. R.; MELO, A. C. G. **Retirada gradual de árvores exóticas plantadas para facilitar a regeneração da vegetação nativa do Cerrado.** In: DURIGAN, G.; RAMOS, V. S. R. *Manejo adaptativo: primeiras experiências na restauração de ecossistemas.* São Paulo, SP: Páginas & Letras Editora, 2014. p. 27-31.

DYBÅ, T., & DINGSØYR, T. (2008, October). **Strength of evidence in systematic reviews in software engineering.** In *Proceedings of the Second ACM-IEEE international symposium on Empirical software engineering and measurement* (pp. 178- 187).

EL-KEBLAWY, A., & AL-RAWAI, A. (2006). **Impacts of the invasive exotic *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. on the native flora and soils of the UAE.** *Plant Ecology*, 190, 23–35.

EMBRAPA FLORESTAS. **Espécies exóticas na restauração ecológica: oportunidades e riscos.** *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v. 42, e202204017, 2022.

FABRICANTE JR, ZILLER SR, ARAÚJO KCT, FURTADO MDG, BASSO FA. 2015. **Plantas exóticas não nativas e invasoras em ilhas fluviais do rio São Francisco, nordeste do Brasil.** *Lista de verificação*, 11(1): 1535.

FABRICANTE, J.R., SANTOS, J.P.B, ARAÚJO, K., COTARELLI, V., 2017. **Utilização de espécies exóticas na arborização e a facilitação para o estabelecimento de casos de invasão biológica.** *Biotemas*, [online] 30.

GANDOLFI, S. **Uma Teoria sobre o Processo de Restauração Ecológica de Florestas Tropicais e Subtropicais: Proposta e Aplicação.** 2017. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 105 p

GILBERT, B.; LEVINE, J. M. **Plant invasions and extinction debts.** *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. Washington, v. 110, n. 5, p. 1744-1749, 2013.

HIGGINS, J. P. T. et al. (2022). **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions.** 2nd ed. Wiley-Blackwell.

HOROWITZ C, MARTINS R, WALTER MT. 2013. **Flora Exótica no Parque Nacional de Brasília: Levantamento e classificação das espécies.** Biodiversidade Brasileira, 3(2): 50-73.

JESUS, E. N. DE et al. **Regeneração Natural de Espécies Vegetais em Jazidas Revegetadas.** Floresta e Ambiente, v. 23, n. 2, p. 191–200, 2016.

KATSANEVARIS, S. et al. **Impacts of invasive alien marine species on ecosystem services and biodiversity: a pan European review.** Aquatic Invasions, Helsinki, v. 9, n. 4, p. 391- 423, 2014.

LAMB, D. **Undertaking large-scale forest restoration to generate ecosystem services.** Restoration Ecology. v.26, n. 4, p.657-666, 2018.

LATOMBE, G., ET AL. (2017). **A vision for global monitoring of biological invasions.** Biological Conservation, 213, 295–308.

LAVIOLA, P. **Espécies de plantas exóticas invasoras: uma ameaça ao sucesso da restauração ecológica.** Sociedade de Investigações Florestais, Minas Gerais, 2023.

LOCKWOOD, J. L.; HOOPES, M. F.; MARCHETTI, M. P. **Invasion Ecology.** 2. ed. Malden: Wiley-Blackwell, 2013.

LÓPEZ, M. L., MARTÍNEZ, A. T., & PÉREZ, R. M. (2018). **Invasive behavior of Prosopis juliflora and its ecological consequences in South America.** Ecological Processes, 7(1), 1–10.

LUGO, A. E. (2020). **Alien or native: Who cares?** Forest Ecology and Management, 474, 118368.

LUNA, R. K., SINGH, R., & KUMAR, R. (2014). **Ecological role of Prosopis juliflora in arid and semi-arid ecosystems.** International Journal of Environmental Sciences, 5(2), 229-234.

MAMEDE, J.S.S., PASA, M.C., 2019. **Diversidade e uso de plantas do Cerrado na comunidade São Miguel, Várzea Grande, MT, Brasil.** INTERAÇÕES, 20.

MARÍLIA I. O. DA SILVA , CARLOS F. L. E S. BRANDÃO , LUIZ C. MARANGON. **Análise florística por meio do monitoramento em áreas de restauração ecológica.** SimposFloresta2014.259-609-1.

MARTÍNEZ-RAMOS, M., PINGARRONI, A., RODRÍGUEZ-VELÁZQUEZ, J., TOLEDO-CHELALA, L., ZERMEÑO-HERNÁNDEZ, I., & BONGERS, F. (2016). **Natural forest regeneration and ecological restoration in human-modified tropical landscapes.** Biotropica, 48(6), 745-757.

MCDONALD, T.; JONSON, J.; DIXON, K.W. **National standards for the practice of ecological restoration in Australia.** Restoration Ecology, v. 24, n. S1, p. S4–S32, 2016.

MCGEOCH, M. A., SPEAR, D., KLEYNHANS, E. J., & MARAIS, E. (2016). **Conservation and management of biodiversity in the face of invasive species.** *Biodiversity and Conservation*, 25(8), 1651–1655.

MELO, F. P., PINTO, S. R., BRANCALION, P. H., CASTRO, P. S., RODRIGUES, R. R., ARONSON, J., & TABARELLI, M. (2013). **Priority setting for scaling-up tropical forest restoration projects: Early lessons from the Atlantic Forest Restoration Pact.** *Environmental Science & Policy*, 33, 395-404.

MELO, F. P. L. et al. **Rebuilding habitats in the Brazilian semi-arid: challenges and opportunities for ecological restoration.** *Restoration Ecology*, v. 29, n. 4, e13355, 2021.

MÔNICO, A.L. **Alternativas para restauração florestal de pastagens.** 2019. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 183 p.

MORAES, M. C.; ROSSI, L.; BARBOSA, F. G. **Gestão adaptativa para o controle de espécies invasoras no Brasil.** *Revista Brasileira de Ecologia*, v. 18, n. 2, p. 45-58, 2014.

OVERBECK, G. E. et al. **Restoration Ecology in Brazil – Time to step out of the Forest.** *Natureza & Conservação*, Rio de Janeiro, v. 11, n.1, p. 92-95, 2013.

PAGLIUCA, L. M. F. et al. (2023). **Revisão sistemática como estratégia de produção de conhecimento: aplicabilidade e desafios.** *Revista Brasileira de Enfermagem*, 76(1), e20220112.

PASIECZNIK, N. M., FELKER, P., HARRIS, P. J. C., HARSH, L. N., CRUZ, G., TEWARI, J. C., ... & MALDONADO, L. J. (2001). **The Prosopis juliflora Prosopis pallida Complex: A Monograph.** HDRA.

PEARSON, D. E., ORTEGA, Y. K., & RUNYON, J. B. (2022). Functional roles of invasive species: replacing native interactions or creating novel ones? *Ecology Letters*, 25(3), 537–550.

PEARSON, D. E., ORTEGA, Y. K., & RUNYON, J. B. (2022). **Functional roles of invasive species: replacing native interactions or creating novel ones?** *Ecology Letters*, 25(3), 537–550.

PICKERING, C., & BYRNE, J. (2014). **The benefits of publishing systematic quantitative literature reviews for PhD candidates and other early-career researchers.** *Higher Education Research & Development*, 33(3), 534-548.

Recuperação e manejo sustentável de áreas degradadas / CARLA Samara dos Santos Ferreira, IGOR de Carvalho Barros, IVONNE Claudia San Martin Gajardo. – Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018. 240 p.

RICCIARDI, A., BLACKBURN, T. M., CARLTON, J. T., DICK, J. T. A., HULME, P. E., IACARELLA, J. C., ... & PYŠEK, P. (2021). **Invasion science: a horizon scan of**

emerging challenges and opportunities. Trends in Ecology & Evolution, 36(6), 495–506.

RIZVI, S. J. H., HAQUE, H., SINGH, V. K., & RIZVI, V. (1999). **A discipline called allelopathy. In: Allelopathy: Basic and applied aspects.** Chapman and Hall.

RODRIGUES, R. S.; VICTOR, M. A. M.; SARTORI, J. A. **Métodos para controle de plantas exóticas invasoras.** Biotemas, v. 26, n. 1, p. 69-77, 2013.

RODRIGUES, R. R. et al. **30 anos de restauração florestal no Brasil: avanços, desafios e perspectivas.** Revista Brasileira de Restauração Ecológica, v. 10, n. 2, p. 90-102, 2022.

SANTILLI C, DURIGAN G. **Do alien species dominate plant communities undergoing restoration? A case study in the Brazilian savanna.** Scientia Forestalis 2014; 42(103): 371-382.

SANTOS, G.; FABRICANTE, J.R. **Potencial de invasão biológica do Nim (Azadirachta indica A. Juss) no nordeste brasileiro.** Revista de Ciências Ambientais, v. 14, n. 3, p. 7–12, 2020. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/5093>

SCHIEVENIN, D. F. et al. **Monitoramento de indicadores de uma área de restauração florestal em Sorocaba-SP.** Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal, [s.1.], v.19, n. 1, p. 95-108, 2012.

SER – Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. (2004). **The SER International Primer on Ecological Restoration.** Society for Ecological Restoration International.

SHIFERAW, H., TEKETAY, D., NEMOMISSA, S., & ASSEFA, F. (2004). **Some biological characteristics that foster the invasion of Prosopis juliflora (Sw.) DC. at Middle Awash Rift Valley Area, Northeastern Ethiopia.** Journal of Arid Environments, 58(2), 135–154.

SIF – Sociedade de Investigações Florestais. **Espécies de plantas exóticas invasoras: uma ameaça ao sucesso da restauração ecológica.** 2023.

SILVA, A. C. N. **Plantas ornamentais exóticas invasoras no paisagismo.** 2021. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2021.

SILVA, F. A. M. et al. **Restauração de áreas degradadas com espécies nativas e exóticas: uma análise crítica.** Revista Brasileira de Ecologia, v. 23, n. 1, p. 98–110, 2021.

SILVA, J. A. A. da; LIMA, J. R. F. de; MEDEIROS, M. B. de. **Invasion of Prosopis juliflora (Sw.) DC. and its impacts on native Caatinga vegetation.** Acta Botanica Brasilica, v. 31, n. 1, p. 49–57, 2017.

SILVA, L.R.; MEUNIER, I.M.J.; FREITAS, A.M.M. **Efeito alelopático do nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) em plantas nativas da Caatinga.** Revista Geonorte, v. 10, n. 38, p. 1–15, 2020. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/10493>

SILVA, M. T. et al. **Coprodução do controle de espécies exóticas invasoras: integração entre ciência e sociedade.** Cadernos de Biodiversidade, v. 12, n. 3, p. 112-126, 2022

SILVA, Rosane M.; MENEZES, Fábio M. **Metodologia Científica e Produção de Conhecimento.** Curitiba: Appris, 2020.

SILVA, J. C. et al. **Research gaps and restoration priorities in the Brazilian Caatinga dry forest.** Journal of Applied Ecology, v. 60, n. 1, p. 14–27, 2023.

SILVA, T. O., OLIVEIRA, T. S., & SOUZA, T. S. (2017). **Potencial de uso múltiplo da *Prosopis juliflora* no semiárido brasileiro.** Revista Verde, 12(1), 54–61.

SIMBERLOFF, D. ET AL. (2017). **O histórico ecológico mostra que muitas espécies exóticas introduzidas para controle ou restauração escaparam ao controle e se tornaram invasoras, com custos ecológicos e econômicos elevados.** Biological Invasions, 19(1), 1–9.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION – SER. **International Principles and Standards for the Practice of Ecological Restoration.** 2. ed. Washington, DC: SER, 2019.

Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. 2004. **The SER International Primer on Ecological Restoration.** www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International.

TOREZAN, J. M. D.; MANTOANI, M. C. **Controle de gramíneas no sub-bosque de florestas em restauração.** In: DURIGAN, G.; RAMOS, V. S. R. **Manejo adaptativo: primeiras experiências na restauração de ecossistemas.** São Paulo, SP: Páginas & Letras Editora, 2014. p. 1-5.

TORRACO, R. J. (2016). **Writing integrative literature reviews: Using the past and present to explore the future.** Human resource development review, 15(4), 404-428.

VIANI, R. A. G., DURIGAN, G.; MELO, A. C. G. **A regeneração natural sob plantações florestais: desertos verdes ou redutos de biodiversidade?** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 533-552, 2010.

VILÀ, M. ET AL. (2011). **Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems.** Ecology Letters, 14(7), 702–708.

ZENNI, R. D. et al. **Introdução de espécies exóticas: caminhos, riscos e estratégias de gestão.** Ciência Hoje, v. 58, n. 344, p. 26-31, 2016.

ZENNI, R. D., ET AL. (2021). **Context dependency of ecological impacts caused by invasive species.** *Biological Invasions*, 23, 2279–2290.