



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS – DECEN
CURSO DE BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

YSLAN BARRETO LIMA

**EFEITOS ALELOPÁTICOS DE *Azadirachta indica* SOBRE A REGENERAÇÃO DE
ESPÉCIES DA CAATINGA E DO CERRADO**

PAU DOS FERROS-RN

2026

YSLAN BARRETO LIMA

**EFEITOS ALELOPÁTICOS DE *Azadirachta indica* SOBRE A REGENERAÇÃO DE
ESPÉCIES DA CAATINGA E DO CERRADO**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharela Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Larissa de Oliveira Fontes, Profa. Dra.

PAU DOS FERROS-RN

2026

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

L732e Lima, Yslan Barreto.
Efeitos alelopáticos de Azadirachta indica
sobre a regeneração de espécies da Caatinga e do
Cerrado / Yslan Barreto Lima. - 2026.
57 f. : il.

Orientadora: Larrisa de Oliveira Fontes.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2026.

1. Bioinvasão. 2. Metabólitos secundários. 3.
Flora nativa. 4. Germinação vegetal. 5. Conservação
ambiental. I. Fontes, Larrisa de Oliveira ,
orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 15/966

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

YSLAN BARRETO LIMA

**EFEITOS ALELOPÁTICOS DE *Azadirachta indica* SOBRE A REGENERAÇÃO DE
ESPÉCIES DA CAATINGA E DO CERRADO**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharela em
Ciência e Tecnologia

.

Defendida em: 03 /07 / 2026.

BANCA EXAMINADORA

Larissa de Oliveira Fontes, Profa. Dra. (UFERSA)
Presidente

Joel Medeiros Bezerra, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Joseane Dunga da Costa, Profa. Dra. (UFERSA)
Membro Examinadora

Adriana Correia de Moraes, Eng^a Civil
Membro Examinadora

DEDICATÓRIA

Dedico este Trabalho de Conclusão de Curso a Deus, pela dádiva da vida e por me conceder força, sabedoria e perseverança ao longo desta caminhada. À Minha amada bisavó, Dona Albaniza (*In Memoriam*), que partiu antes da realização de um sonho tão esperado, mas que permanece viva em minhas lembranças e em suas sábias palavras, que guardo com carinho em meu coração: “O estudo nem o ladrão rouba, nem a seca acaba, ele pertence a você”.

Dedico também a Nossa Senhora da Conceição, pelo seu manto protetor, que acolhe, abençoa e guia os meus passos (presentes).

AGRADECIMENTOS

A Deus, criador e sustento da minha vida, por sua infinita bondade, amor e misericórdia. Em todos os momentos desta caminhada acadêmica, foi Ele quem me concedeu força, sabedoria e perseverança para enfrentar os desafios e continuar seguindo, mesmo diante das dificuldades. Como está escrito em Josué 1:9: “Não fui eu que lhe ordenei? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você “andar”.” Essa promessa foi meu alicerce e minha fonte de esperança durante toda esta trajetória, lembrando-me de que nunca estive sozinha.

À minha mãe, minha maior fonte de força, amor e dedicação, agradeço por cada renúncia, incentivo e gesto de cuidado. Sua coragem e determinação sempre foram inspiração para que eu não desistisse dos meus sonhos.

À minha avó, Elba, por suas orações, seu acolhimento e seu amor incondicional. Sua fé, seus conselhos e seu cuidado foram essenciais para me fortalecer nos momentos de incerteza e para celebrar comigo cada conquista.

À minha tia Maria Marinelba e a Rogério Queiroz, pelo apoio, esforço e dedicação ao longo desta jornada. Agradeço por acreditarem em mim, por estenderem a mão quando precisei e por contribuírem, de forma tão especial, para a realização deste sonho.

Aos meus irmãos, Maria Isadora, João Arthur, Isidório Canuto, Maria Yasmim, Ygor e Gabriel, pelo amor, companheirismo e incentivo, e o meu pai, Auduino Lima. A presença de vocês fez parte desta caminhada e tornou esta conquista ainda mais significativa.

Ao meu sobrinho e afilhado, José Oscar, e à minha sobrinha, Maria Fernanda, por trazerem alegria, leveza e amor aos meus dias. Vocês são inspiração e motivação para que eu continue buscando ser uma pessoa e uma profissional melhor.

Ao meu primo Lucas Almeida, a Gilmara Rodrigues e a todos os meus tios e primos, agradeço por todo apoio, carinho e incentivo. Cada palavra de encorajamento e cada gesto de cuidado contribuíram para que eu chegasse até aqui.

Às minhas amigas, que sempre me acolheram com carinho, amor e cuidado, minha sincera gratidão. Em especial, agradeço a Camila Elen, Jennifer Bezerra, Samara Soares e Lívia Dias, por permanecerem ao meu lado em cada etapa, apoiando minhas escolhas, acreditando nos meus sonhos e tornando meus dias mais leves. Que nossa amizade continue sendo uma das mais bonitas dádivas que a vida me concedeu.

Aos meus amigos e colegas de faculdade, que tornaram esta jornada acadêmica mais leve, especial e inesquecível. Agradeço por cada conversa, cada trabalho compartilhado, cada

palavra de incentivo e cada momento vivido. Em especial, agradeço a Leudemberg Costa, Maria Clara, Melissy Kaianny, Thiago Geovane, Jardênio Teixeira, Kayo Holanda, Maria Rita, Maria da Conceição, Iandra Pereira, José Neto, Allan Victor, Lucas Matheus, Lucas Cavalcante e Pedro. A amizade, o apoio e a parceria de vocês deram mais sentido a esta caminhada.

Às minhas amigas dos tempos de ensino médio, Vitória Amorim, Raiane Diógenes e Alici Barbosa, por permanecerem presentes mesmo com o passar dos anos e as mudanças da vida, vocês fazem parte da minha história e das minhas memórias mais bonitas.

A Maria Luiza, Elizangela Alexandre e Vanubia Carla, por todo carinho, cuidado e acolhimento. A presença de vocês também fez parte desta trajetória de forma muito especial.

À minha orientadora, Dra. Larissa Fontes, pela orientação, paciência, atenção e contribuição durante o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço por compartilhar seus conhecimentos, por me conduzir com responsabilidade e por contribuir para meu crescimento acadêmico e profissional.

À engenheira Adriana, por quem tenho grande admiração, agradeço pela dedicação, pelo esforço, pelo apoio e pela amizade ao longo desta caminhada. Sua postura profissional e humana é uma inspiração para mim.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, deixo minha sincera gratidão. Cada palavra de incentivo, cada gesto de apoio e cada demonstração de carinho foram importantes para que eu chegasse até aqui.

Encerro estes agradecimentos com fé e proteção, recordando a oração de São Bento: “A Cruz Sagrada seja a minha luz.” Que esta luz continue guiando meus passos, fortalecendo minha caminhada e iluminando os novos ciclos que se iniciam.

RESUMO

As espécies exóticas invasoras representam uma das principais ameaças à biodiversidade, pois podem interferir na estrutura das comunidades vegetais, alterar processos ecológicos e comprometer a manutenção da flora nativa. Entre os mecanismos associados ao sucesso dessas espécies, destaca-se a liberação de metabólitos secundários no ambiente, capazes de influenciar a germinação, o crescimento e o desenvolvimento de outras plantas. Nesse contexto, *Azadirachta indica* A. Juss., popularmente conhecida como nim, apresenta ampla utilização em regiões tropicais e semiáridas, especialmente em projetos de arborização, recuperação de áreas degradadas, sistemas agroflorestais e práticas agrícolas. Entretanto, sua capacidade de produzir compostos bioativos tem despertado preocupação quanto aos possíveis impactos sobre espécies vegetais nativas. Diante disso, este trabalho teve como objetivo analisar as evidências científicas disponíveis na literatura acerca dos efeitos alelopáticos de *Azadirachta indica* sobre espécies vegetais, discutindo suas possíveis implicações ecológicas para a flora nativa da Caatinga e do Cerrado. A pesquisa caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, de natureza descritiva, com abordagem qualitativa e utilização de elementos quantitativos para a caracterização dos estudos selecionados. As buscas foram realizadas entre abril e junho de 2026 nas bases Google Acadêmico, SciELO e Portal de Periódicos CAPES, com auxílio de ferramentas de inteligência artificial para organização e sistematização das informações. Foram considerados estudos publicados entre 2018 e 2025, disponíveis na íntegra e redigidos em português ou inglês. Inicialmente, foram identificadas 362 produções científicas; após a triagem por títulos, resumos e palavras-chave, 18 estudos foram avaliados na íntegra, resultando em uma amostra final de 14 produções científicas. Os resultados indicaram que os derivados do nim, principalmente extratos aquosos obtidos de folhas, apresentam potencial bioativo sobre diferentes espécies vegetais, afetando variáveis como porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, emergência, crescimento radicular, desenvolvimento da parte aérea e formação de plântulas. As evidências mostraram-se mais consistentes para espécies nativas da Caatinga, como *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Cenostigma pyramidale*, *Anadenanthera colubrina*, *Myracrodruon urundeuva*, *Pityrocarpa moniliformis* e *Libidibia ferrea*, que apresentaram diferentes níveis de sensibilidade aos compostos do nim. Em relação ao Cerrado, observou-se menor número de estudos específicos, o que limita inferências mais amplas sobre os efeitos da espécie nesse bioma. Verificou-se também predominância de experimentos conduzidos em laboratório ou casa de vegetação, indicando a necessidade de ampliar pesquisas em condições de campo. Conclui-se que *Azadirachta indica* apresenta potencial para interferir nas etapas iniciais do desenvolvimento vegetal, podendo representar um fator adicional de pressão sobre ecossistemas vulneráveis. Assim, recomenda-se cautela quanto ao uso do nim em áreas próximas a remanescentes de vegetação nativa, bem como a ampliação de estudos voltados ao manejo ambiental, à conservação da biodiversidade e à restauração ecológica.

Palavras-chave: bioinvasão; metabólitos secundários; flora nativa; germinação vegetal; conservação ambiental.

ABSTRACT

Invasive alien species represent one of the main threats to biodiversity, as they may interfere with the structure of plant communities, alter ecological processes, and compromise the maintenance of native flora. Among the mechanisms associated with the success of these species, the release of secondary metabolites into the environment stands out, as they are capable of influencing the germination, growth, and development of other plants. In this context, *Azadirachta indica* A. Juss., popularly known as neem, is widely used in tropical and semi-arid regions, especially in afforestation projects, the recovery of degraded areas, agroforestry systems, and agricultural practices. However, its ability to produce bioactive compounds has raised concerns regarding possible impacts on native plant species. Therefore, this study aimed to analyze the scientific evidence available in the literature concerning the allelopathic effects of *Azadirachta indica* on plant species, discussing its possible ecological implications for the native flora of the Caatinga and Cerrado. The research is characterized as an integrative literature review of a descriptive nature, with a qualitative approach and the use of quantitative elements to characterize the selected studies. The searches were conducted between April and June 2026 in Google Scholar, SciELO, and the CAPES Journals Portal, with the aid of artificial intelligence tools for the organization and systematization of information. Studies published between 2018 and 2025, available in full, and written in Portuguese or English were considered. Initially, 362 scientific publications were identified; after screening titles, abstracts, and keywords, 18 studies were assessed in full, resulting in a final sample of 14 scientific publications. The results indicated that neem derivatives, mainly aqueous extracts obtained from leaves, have bioactive potential on different plant species, affecting variables such as germination percentage, germination speed index, emergence, root growth, shoot development, and seedling formation. The evidence was more consistent for native species of the Caatinga, such as *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Cenostigma pyramidale*, *Anadenanthera colubrina*, *Myracrodruon urundeuva*, *Pityrocarpa moniliformis*, and *Libidibia ferrea*, which showed different levels of sensitivity to neem compounds. Regarding the Cerrado, a smaller number of specific studies was observed, which limits broader inferences about the effects of the species in this biome. A predominance of experiments conducted in laboratories or greenhouses was also observed, indicating the need to expand research under field conditions. It is concluded that *Azadirachta indica* has the potential to interfere with the initial stages of plant development and may represent an additional pressure factor on vulnerable ecosystems. Thus, caution is recommended regarding the use of neem in areas close to remnants of native vegetation, as well as the expansion of studies focused on environmental management, biodiversity conservation, and ecological restoration.

Keywords: biological invasion; secondary metabolites; native flora; plant germination; environmental conservation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Modelo conceitual das interações alelopáticas envolvendo <i>Azadirachta indica</i> e espécies vegetais dos biomas Caatinga e Cerrado.....	30
Figura 2 – Frequência dos principais termos relacionados ao potencial alelopático de <i>Azadirachta indica</i> identificados nos estudos selecionados.	35
Figura 3- Frequência dos principais termos relacionados ao potencial alelopático de <i>Azadirachta indica</i> identificados nos estudos selecionados.	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese dos estudos selecionados sobre o potencial alelopático e bioativo de <i>Azadirachta indica</i> A. Juss.....	37
Quadro 2 - Comparação das evidências científicas sobre os efeitos alelopáticos de <i>Azadirachta indica</i> nos biomas Caatinga e Cerrado.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Principais classes de aleloquímicos descritas na literatura e seus efeitos fisiológicos sobre plantas receptoras.....	21
Tabela 2 - Espécies vegetais abordadas na revisão integrativa e seus papéis nas interações alelopáticas.	26
Tabela 3 - Comparação entre características ecológicas da Caatinga e do Cerrado relevantes para estudos de alelopatia.....	29
Tabela 4 - Caracterização cronológica e geográfica dos estudos selecionados.....	36
Tabela 5 - Características metodológicas predominantes nos estudos sobre potencial alelopático de <i>Azadirachta indica</i>	42
Tabela 6 - Principais efeitos alelopáticos de <i>Azadirachta indica</i> sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de espécies nativas.	44
Tabela 7 - Principais efeitos de <i>Azadirachta indica</i> sobre o crescimento e o desenvolvimento inicial das plântulas de espécies nativas receptoras.....	46
Tabela 8 - Principais metabólitos secundários identificados em <i>Azadirachta indica</i> e seus efeitos biológicos descritos na literatura.	48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	18
2.1	Objetivo geral.....	18
2.2	Objetivos específicos.....	18
3	REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1	Alelopatia.....	19
3.2	Plantas doadoras	21
3.3	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.....	23
3.4	Plantas receptoras.....	24
3.5	Biomias brasileiros.....	27
3.5.1	Caatinga	27
3.5.2	Cerrado	28
3.5.3	Propensão a bioinvasão dos biomas Caatinga e Cerrado	29
4	METODOLOGIA.....	31
4.1	Tipo de estudo	31
4.1.1	Questão Norteadora	31
4.1.2	Busca ou Amostragem da Literatura	32
4.1.3	Seleção dos estudos e extração de dados.....	33
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
5.1	Perfil cronológico e abrangência geográfica das pesquisas	35
5.2	Aspectos metodológicos, espécies doadoras e processos de extração.....	42
5.3	Efeitos alelopáticos de <i>azadirachta indica</i> sobre a germinação e a emergência de espécies nativas.	43
5.4	Interferência no crescimento e desenvolvimento inicial das plântulas	46
5.5	Compostos aleloquímicos associados aos efeitos fitotóxicos de <i>Azadirachta indica</i>	48

5.6 Implicações para a conservação da flora nativa e manejo ambiental	50
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS.....	55

1. INTRODUÇÃO

As espécies exóticas invasoras correspondem a organismos introduzidos fora de sua área de distribuição natural, de forma intencional ou acidental, que conseguem estabelecer populações viáveis, dispersar-se e colonizar novos ambientes (Farias *et al.*, 2020; Medeiros *et al.*, 2019).

Atualmente, a bioinvasão é reconhecida como uma das principais ameaças à biodiversidade em escala global, devido à sua capacidade de modificar a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas, comprometendo processos ecológicos essenciais e acelerando a perda da diversidade biológica (Mota *et al.*, 2020)

Nesse contexto, a presença dessas espécies interfere na composição e na dinâmica das comunidades vegetais, alterando as interações ecológicas e reduzindo a disponibilidade de recursos para a flora nativa. Como consequência, observa-se comprometimento da provisão de serviços ecossistêmicos, degradação dos solos, alterações no microclima e desequilíbrios nos ciclos biogeoquímicos, fatores que contribuem diretamente para a redução da riqueza de espécies e da resiliência dos ecossistemas naturais (Mota *et al.*, 2020; Nascimento *et al.*, 2024; Santos *et al.*, 2023).

O sucesso de determinadas espécies invasoras está relacionado a um conjunto de características ecológicas que favorecem seu estabelecimento e expansão. Entre esses fatores destacam-se a elevada capacidade de adaptação às condições ambientais, a rápida dispersão, a ausência de inimigos naturais, como predadores e parasitas, e a produção de metabólitos secundários capazes de interferir no desenvolvimento de outras espécies vegetais (Mota *et al.*, 2020; Nascimento *et al.*, 2024).

Nesse cenário, a alelopatia se destaca como um processo ecológico mediado pela liberação de metabólitos secundários no ambiente, os quais podem exercer efeitos positivos ou negativos sobre a germinação, o crescimento, o desenvolvimento e a sobrevivência de outros organismos vegetais, influenciando diretamente a sucessão ecológica, a estrutura das comunidades e a composição florística dos ecossistemas (Inderjit, 2003; Rice, 1984).

Dentre os compostos associados a esse processo destaca-se triterpenoides, taninos, alcaloides, flavonóides e azadiractina, os quais podem contribuir para a vantagem competitiva de determinadas espécies invasoras ao interferir na germinação, no crescimento e no desenvolvimento de plantas vizinhas (Nascimento *et al.*, 2022).

Nesse contexto, destaca-se *Azadirachta indica* A. Juss., popularmente conhecida como nim, espécie que apresenta ampla utilização em diferentes regiões. No Brasil, sua utilização foi

inicialmente incentivada para arborização urbana, recuperação de áreas degradadas e sistemas agroflorestais, principalmente em regiões semiáridas, em razão de seu rápido crescimento, elevada tolerância à seca e capacidade de adaptação a solos de baixa fertilidade (Martins *et al.*, 2010).

Além disso, *A. indica* encontra-se amplamente distribuído em diferentes regiões, especialmente em áreas de clima tropical e semiárido, onde seu cultivo tem sido incentivado em razão de seus múltiplos usos econômicos e ambientais. Entretanto, sua introdução fora da área de ocorrência natural tem despertado crescente preocupação entre pesquisadores, principalmente quanto aos possíveis impactos sobre espécies vegetais nativas decorrentes de sua atividade alelopática (Salam; Kato-Noguchi, 2018).

No caso do nim, compostos como a azadiractina e outros triterpenóides presentes nas folhas, sementes e cascas apresentam reconhecida atividade biológica, podendo afetar diferentes espécies cultivadas e nativas (Carvalho *et al.*, 2021; Koul *et al.*, 1990).

Nesse sentido, evidências recentes indicam que sua expansão em áreas naturais pode representar riscos ecológicos, especialmente em função de seu potencial invasor e da produção de compostos alelopáticos capazes de interferir na regeneração da vegetação nativa (Batish *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2023).

Essa preocupação torna-se ainda mais relevante na Caatinga, bioma exclusivamente brasileiro que abriga elevada diversidade de espécies adaptadas às condições de escassez hídrica. A introdução de espécies exóticas com elevada capacidade competitiva, como *A. indica*, pode comprometer processos de regeneração natural, alterar a composição florística e reduzir a resiliência dos ecossistemas, reforçando a necessidade de compreender seus mecanismos de ação e seus possíveis impactos ecológicos (Machado *et al.*, 2021).

Além disso, estudos recentes indicam que espécies como *Cenostigma pyramidale* (catingueira) apresentam elevada sensibilidade aos extratos de nim, sugerindo que essa espécie exótica pode atuar como fator limitante à regeneração natural em áreas invadidas (Braga *et al.*, 2019; Nascimento *et al.*, 2024). A compreensão desses efeitos pode subsidiar ações de monitoramento ambiental, manejo de espécies invasoras e formulação de políticas públicas voltadas à conservação da biodiversidade.

Dessa forma, os estudos alelopáticos têm adquirido crescente relevância como ferramenta para compreender as interações ecológicas entre espécies vegetais e subsidiar estratégias de manejo ambiental. Além de contribuírem para o desenvolvimento de métodos alternativos de controle de plantas invasoras, essas pesquisas permitem avaliar os riscos ecológicos decorrentes da introdução de espécies exóticas em ecossistemas naturais,

fornecendo informações essenciais para programas de conservação da biodiversidade e recuperação ambiental (Anaya, 1999; Alcântara *et al.*, 2020; Macías *et al.*, 2007; Yang *et al.*, 2023).

Apesar do avanço das pesquisas sobre alelopatia envolvendo *Azadirachta indica*, observa-se que a maior parte das investigações se concentra em espécies cultivadas de interesse agrícola, como alface, tomate, feijão, arroz e milho (Farias *et al.*, 2020; Mota *et al.*, 2020; Nascimento *et al.*, 2024).

Em contrapartida, ainda são escassos os estudos voltados à avaliação dos efeitos alelopáticos do nim sobre espécies nativas, especialmente em biomas brasileiros de elevada biodiversidade e vulnerabilidade ecológica, como a Caatinga e o Cerrado (Alcântara *et al.*, 2020; Nascimento *et al.*, 2024). Essa lacuna limita a compreensão dos impactos da espécie sobre os processos de regeneração natural e sobre a manutenção da diversidade vegetal desses ecossistemas.

Diante desse cenário, torna-se fundamental ampliar os estudos sobre as interações ecológicas entre espécies exóticas invasoras e a flora nativa da Caatinga e do Cerrado. A compreensão dos efeitos alelopáticos do nim poderá fornecer subsídios importantes para programas de restauração ecológica, manejo de áreas degradadas e conservação da biodiversidade, contribuindo para reduzir os impactos da bioinvasão sobre um dos biomas mais ricos e ameaçados do planeta (Costa *et al.*, 2022).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar as evidências científicas disponíveis na literatura acerca dos efeitos alelopáticos de *Azadirachta indica* A. Juss. sobre espécies vegetais, discutindo suas possíveis implicações ecológicas para a flora nativa dos biomas Caatinga e Cerrado.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar a literatura científica acerca dos efeitos alelopáticos de *Azadirachta indica* A. Juss. sobre espécies vegetais nativas;
- Caracterizar os estudos selecionados, diante dos distintos fatores a serem avaliados metodologicamente;
- Sistematizar os principais efeitos de *Azadirachta indica* observados sobre a germinação, emergência, crescimento da parte aérea e desenvolvimento inicial das plântulas;
- Comparar os resultados obtidos entre os distintos estudos, considerando as espécies avaliadas, os biomas investigados, os parâmetros analisados e a consistência metodológica das pesquisas;
- Destacar as possíveis implicações do potencial alelopático de *Azadirachta indica* para a regeneração natural e para a conservação da flora nativa dos biomas Caatinga e Cerrado.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Alelopatia

A alelopatia corresponde a um processo ecológico no qual organismos, especialmente plantas, liberam compostos químicos capazes de influenciar positiva ou negativamente a germinação, o crescimento, o desenvolvimento e a sobrevivência de outros organismos presentes no mesmo ambiente. O termo deriva das palavras gregas *allelon* (mútuo ou outro) e *pathos* (sofrimento), tendo sido proposto pelo fisiologista austríaco Hans Molisch em 1937 para descrever as interações químicas entre plantas (Rice, 1984).

Posteriormente, o conceito foi ampliado para abranger os efeitos promovidos por metabólitos secundários produzidos por plantas, microrganismos e algas sobre sistemas agrícolas e naturais, conforme definição da Associação Internacional de Alelopatia (Macías *et al.*, 2007).

Essas interações são mediadas por metabólitos secundários, também denominados aleloquímicos, que podem ser produzidos em diferentes órgãos vegetais, como raízes, folhas, caules, flores, frutos e sementes. A síntese desses compostos varia de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta, o tipo de tecido e as condições ambientais, influenciando diretamente sua composição química e sua atividade biológica (Ferreira; Áquila, 2000; Rodrigues *et al.*, 1993; Putnam, 1985).

Além disso, a produção desses metabólitos não ocorre de maneira uniforme entre as espécies nem entre os diferentes órgãos vegetais. Sua síntese é influenciada por fatores genéticos, fisiológicos e ambientais, incluindo sazonalidade, temperatura, altitude, disponibilidade hídrica e condições edáficas, que afetam tanto a composição química quanto a concentração dos compostos ativos produzidos pelas plantas (Corrêa *et al.*, 2022; Ferreira; Áquila, 2000).

Após sua produção, os aleloquímicos podem ser liberados no ambiente por diferentes mecanismos, incluindo lixiviação da parte aérea, exsudação radicular, decomposição de resíduos vegetais e volatilização, permanecendo ativos em substratos sólidos, soluções aquosas ou na atmosfera (Rice, 1984; Rizvi *et al.*, 1992).

Dessa forma, os efeitos promovidos pelos aleloquímicos podem ser tanto estimuladores quanto inibitórios, embora a literatura científica tenha concentrado maior atenção sobre seus efeitos negativos, especialmente aqueles relacionados à redução da germinação, ao crescimento inicial e ao estabelecimento de outras espécies vegetais (Ferreira; Áquila, 2000; Inderjit, 2003).

Entre os principais compostos envolvidos destacam-se os ácidos fenólicos, cumarinas, terpenoides, alcaloides, saponinas, taninos e flavonoides, capazes de interferir em processos fisiológicos essenciais, como fotossíntese, respiração, absorção de nutrientes e síntese de proteínas (Tokura; Nóbrega, 2005).

Embora frequentemente confundida com a competição por recursos, a alelopatia constitui um mecanismo ecológico distinto, uma vez que seus efeitos decorrem da ação bioquímica de metabólitos secundários sobre organismos receptores, sem que haja necessariamente disputa direta por água, luz ou nutrientes (Ferreira; Áquila, 2000).

Dependendo da relação entre as espécies envolvidas, esses efeitos podem ser classificados como autotoxicidade, quando ocorrem entre indivíduos da mesma espécie, ou heterotoxicidade, quando envolvem espécies distintas (Miller, 1996; Pires *et al.*, 2001).

Além de desempenhar papel importante na estruturação das comunidades vegetais, a alelopatia constitui uma estratégia ecológica frequentemente associada ao sucesso de espécies invasoras. Estudos demonstram que diversos vegetais utilizam metabólitos secundários para aumentar sua capacidade competitiva, dificultando o estabelecimento de espécies nativas e favorecendo sua expansão em novos ambientes (Callaway; Aschehoug, 2000; Nascimento *et al.*, 2022).

Nesse contexto, pesquisas recentes evidenciam que extratos aquosos de *Azadirachta indica* apresentam atividade alelopática capaz de reduzir a germinação e o crescimento de diferentes espécies vegetais (Mota *et al.*, 2020; Rickli *et al.*, 2011). Entretanto, ainda são escassos os estudos que investigam os efeitos dessa espécie sobre plantas nativas da Caatinga e de outros ecossistemas brasileiros, evidenciando a necessidade de aprofundar o conhecimento acerca de seus possíveis impactos ecológicos.

Os diferentes efeitos observados nas interações alelopáticas estão diretamente relacionados à diversidade de metabólitos secundários produzidos pelas plantas. Esses compostos pertencem a diferentes classes químicas e atuam sobre distintos processos fisiológicos das espécies receptoras.

A Tabela 1 apresenta uma síntese das principais classes de aleloquímicos descritas na literatura, suas fontes vegetais e os efeitos fisiológicos mais frequentemente observados.

Tabela 1- Principais classes de aleloquímicos descritas na literatura e seus efeitos fisiológicos sobre plantas receptoras.

Classe de aleloquímico	Principais fontes vegetais	Principais efeitos fisiológicos
Ácidos fenólicos	Diversas espécies vegetais	Redução da germinação, alterações na permeabilidade celular e absorção de nutrientes.
Flavonoides	<i>Azadirachta indica</i> , espécies arbóreas nativas	Alterações no metabolismo, crescimento radicular e atividade antioxidante.
Taninos	Nim, copaíba, diversas Fabaceae	Inibição da germinação e redução do crescimento inicial das plântulas.
Alcaloides	Diversas espécies lenhosas	Interferência na divisão celular e em processos metabólicos.
Triterpenoides (Azadiractina)	<i>Azadirachta indica</i>	Atividade alelopática, inseticida e fitotóxica sobre espécies vegetais.
Saponinas	Nim e outras espécies	Alterações na permeabilidade das membranas celulares e no desenvolvimento vegetal.
Cumarinas	Diversas espécies	Inibição do crescimento radicular e da germinação.

Fonte: Adaptado de Rice (1984), Tokura e Nóbrega (2005), Ferreira e Áquila (2000), EL-hamid *et al.* (2017) e Motmainna *et al* (2023).

Observa-se que diferentes classes de aleloquímicos podem atuar simultaneamente sobre processos fisiológicos essenciais das plantas receptoras, demonstrando que a atividade alelopática resulta da ação integrada de diversos metabólitos secundários e não de um único composto químico.

3.2 Plantas doadoras

As plantas doadoras correspondem às espécies capazes de produzir e liberar compostos químicos no ambiente, denominados aleloquímicos, que podem alterar o crescimento, o desenvolvimento, a germinação ou a sobrevivência de outras plantas presentes na mesma comunidade vegetal.

Após sua síntese, os aleloquímicos podem alcançar o ambiente por diferentes mecanismos. Entre os principais destacam-se a lixiviação de compostos solúveis das folhas pela ação da chuva ou do orvalho, a volatilização de substâncias aromáticas para a atmosfera, a exsudação radicular diretamente no solo e a decomposição de folhas, frutos, galhos e outros resíduos vegetais, que liberam compostos durante o processo de degradação da matéria orgânica

(Nascimento *et al.*, 2022; Nascimento *et al.*, 2024). Esses processos permitem que os metabólitos permaneçam ativos no ambiente e influenciem espécies vegetais localizadas nas proximidades da planta doadora.

Diversas espécies vegetais apresentam reconhecida capacidade de atuar como plantas doadoras, exercendo efeitos que podem ser benéficos ou prejudiciais ao ambiente em que se estabelecem. Em determinadas situações, os aleloquímicos podem contribuir para o manejo ecológico de plantas daninhas e para o desenvolvimento de alternativas ao uso de herbicidas sintéticos. Entretanto, quando liberados em ecossistemas naturais, esses mesmos compostos podem comprometer o estabelecimento de espécies nativas e alterar os processos de regeneração vegetal (Ferreira; Áquila, 2000).

Entre as espécies nativas brasileiras com potencial alelopático destacam-se *Copaifera langsdorffii* (copaíba) e *Cecropia pachystachya* (embaúba), cujos extratos foliares apresentam efeito inibitório sobre a germinação e o crescimento inicial de *Lactuca sativa* (alface), demonstrando seu potencial como plantas doadoras de aleloquímicos (Silva *et al.*, 2010; Silveira *et al.*, 2012).

A atuação de plantas doadoras também tem sido amplamente documentada entre espécies exóticas invasoras. *Cryptostegia madagascariensis* (viuvinha), por exemplo, libera metabólitos secundários capazes de alterar a cinética de germinação e reduzir o estabelecimento de espécies nativas, favorecendo sua expansão em ambientes invadidos (Santos *et al.*, 2025).

Da mesma forma, estudos demonstram que espécies como *Eucalyptus camaldulensis* (eucalipto) e *Leucaena leucocephala* (leucena) apresentam elevada capacidade de inibir a germinação de outras plantas por meio da liberação de compostos alelopáticos (Andreani Junior *et al.*, 2018). Resultados semelhantes foram observados para *Prosopis juliflora* (algaroba), cujos aleloquímicos podem comprometer a germinação de espécies características da Caatinga (Nascimento *et al.*, 2024), e para *Cryptostegia madagascariensis*, que reduz o vigor e interfere na germinação de *Mimosa caesalpiniiifolia* (sabiá) (Alcântara *et al.*, 2020).

Esses estudos demonstram que as plantas doadoras desempenham papel fundamental na organização das comunidades vegetais, podendo favorecer tanto a manutenção quanto a substituição de espécies em diferentes ecossistemas. Nesse contexto, compreender os mecanismos de produção e liberação de aleloquímicos torna-se essencial para interpretar o comportamento de espécies com elevado potencial invasor, como *Azadirachta indica*, cuja capacidade de atuar como planta doadora será discutida na seção seguinte.

3.3 *Azadirachta indica* A. Juss.

Azadirachta indica A. Juss., popularmente conhecido como nim ou neem, é uma espécie arbórea perenifólia pertencente à família *Meliaceae*, originária do subcontinente indiano, abrangendo países como Índia, Paquistão, Bangladesh, Sri Lanka e Mianmar (Barstow, 2017).

A espécie apresenta elevada capacidade de adaptação a ambientes tropicais e semiáridos, destacando-se pela resistência ao déficit hídrico, rápido crescimento, longevidade e capacidade de se desenvolver em solos de baixa fertilidade. Em condições favoráveis, pode atingir aproximadamente 15 metros de altura e formar uma copa densa, características que favorecem seu estabelecimento em diferentes ambientes (Rickli *et al.*, 2011).

Essas características contribuíram para que o nim fosse amplamente introduzido em diversos países da Ásia, África, América Latina e Oceania, tornando-se uma espécie cosmopolita. Sua expansão ocorreu principalmente em função de seu valor ornamental, medicinal, agrícola e ambiental, sendo frequentemente utilizado em programas de arborização urbana, recuperação de áreas degradadas, sistemas agroflorestais e manejo agroecológico, além de apresentar reconhecida eficiência no controle biológico de insetos-praga (Pankaj *et al.*, 2011).

Grande parte dessas aplicações está relacionada à presença de metabólitos secundários biologicamente ativos. Entre eles destaca-se a azadiractina, considerada o principal composto bioativo da espécie, associada às propriedades inseticidas, fungicidas e alelopáticas do nim. Além da azadiractina, folhas, sementes, cascas e frutos apresentam compostos como taninos, flavonoides, alcaloides e triterpenoides, substâncias capazes de exercer diferentes atividades biológicas e ecológicas (El-hamid *et al.*, 2017; Motmainna, 2023).

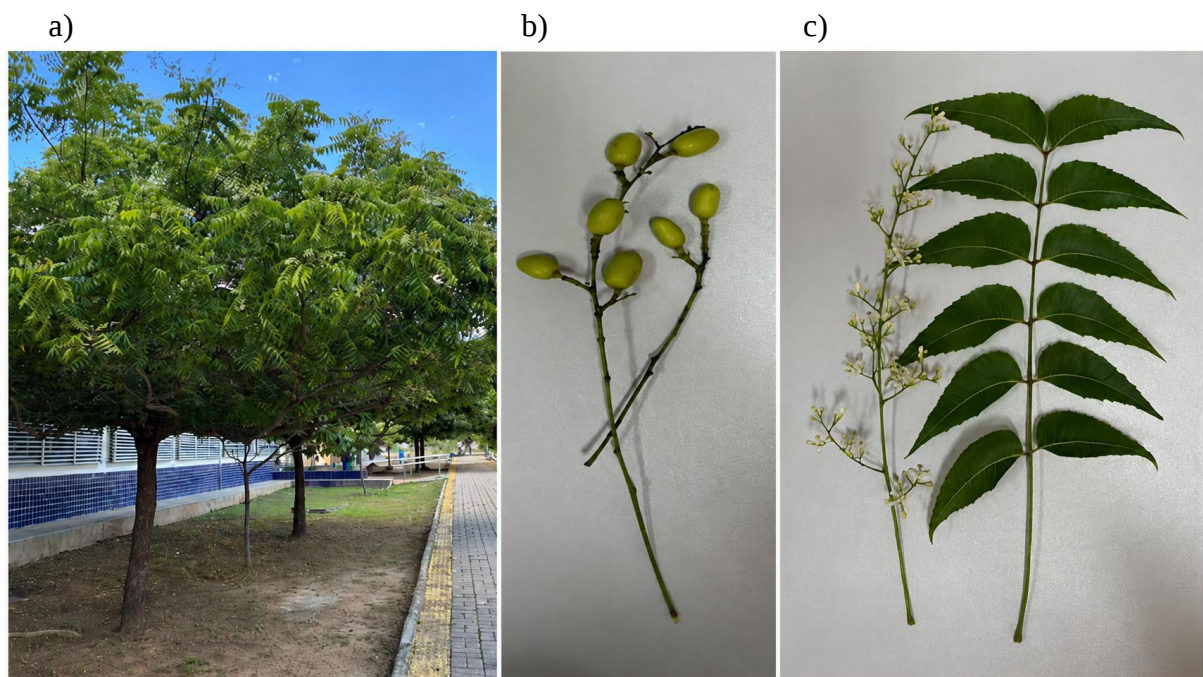
No contexto da alelopatia, diversos estudos demonstram que extratos aquosos obtidos principalmente das folhas de *A. indica* reduzem a germinação, o crescimento inicial e o desenvolvimento de diferentes espécies vegetais. Esses efeitos decorrem da liberação de aleloquímicos por mecanismos como exsudação radicular, lixiviação foliar e decomposição da serapilheira, permitindo que esses compostos permaneçam ativos no ambiente e interfiram diretamente em processos fisiológicos das plantas receptoras (El-hamid *et al.*, 2017; Motmainna *et al.*, 2023).

A elevada produção de metabólitos secundários representa uma importante vantagem ecológica para a espécie, contribuindo para seu estabelecimento em novos ambientes e favorecendo processos de invasão biológica. De acordo com Hierro e Callaway (2021), a interação química entre espécies vegetais constitui um dos mecanismos responsáveis pelo

sucesso de muitas plantas exóticas invasoras, permitindo que elas reduzam o desempenho competitivo da flora nativa por meio da liberação de compostos alelopáticos.

A Figura 1 apresenta diferentes estruturas de *Azadirachta indica*, incluindo o indivíduo adulto (Figura 1a), as sementes (Figura 1b) e as folhas e flores (Figura 1c). Essas estruturas representam importantes fontes de metabólitos secundários empregados em estudos de alelopatia, pois os diferentes órgãos da planta apresentam composições e concentrações distintas de compostos bioativos, os quais podem influenciar a germinação, o crescimento e o desenvolvimento de espécies receptoras.

Figura 1- Estruturas de *Azadirachta indica* (nim): a) indivíduo adulto; b) sementes; e c) folhas e flores.



Fonte: Arquivo pessoal, (2026)

A compreensão das características biológicas, químicas e ecológicas de *A. indica* fornece a base necessária para interpretar seus efeitos sobre outras espécies vegetais. Assim, torna-se fundamental compreender também o comportamento das plantas receptoras.

3.4 Plantas receptoras

As plantas receptoras, também denominadas plantas-alvo, são aquelas que apresentam respostas fisiológicas, morfológicas ou bioquímicas à ação dos aleloquímicos liberados por espécies doadoras presentes no mesmo ambiente. Esses efeitos podem manifestar-se na germinação, emergência, crescimento, desenvolvimento, metabolismo ou sobrevivência das

plantas receptoras, variando conforme a natureza dos compostos químicos, a concentração dos extratos, a sensibilidade da espécie e as condições ambientais (Nascimento *et al.*, 2024; Oliveira *et al.*, 2004).

A intensidade da resposta alelopática depende de diversos fatores, incluindo a identidade da espécie receptora, seu estágio de desenvolvimento, as condições edafoclimáticas e a composição química dos metabólitos liberados pela planta doadora. Dessa forma, uma mesma espécie vegetal pode apresentar elevada sensibilidade a determinados aleloquímicos e relativa tolerância a outros, evidenciando que a interação entre plantas constitui um processo dinâmico e dependente do contexto ecológico (Oliveira *et al.*, 2004).

É importante destacar que uma espécie vegetal não exerce permanentemente apenas a função de planta receptora ou doadora. Dependendo da interação ecológica analisada, uma mesma espécie pode produzir metabólitos secundários capazes de afetar outras plantas e, simultaneamente, sofrer os efeitos dos aleloquímicos liberados por espécies vizinhas. Assim, os conceitos de planta doadora e planta receptora representam papéis ecológicos desempenhados em uma determinada interação, e não características fixas das espécies.

Diversas espécies nativas da Caatinga têm sido utilizadas como plantas receptoras em estudos de alelopatia envolvendo espécies exóticas invasoras. Entre elas destacam-se *Mimosa caesalpiniiifolia* (sabiá), *Cenostigma pyramidale* (catingueira), *Anadenanthera colubrina* (angico-branco), *Libidibia ferrea* (pau-ferro ou jucá) e *Myracrodruon urundeuva* (aroeira), por sua importância ecológica na composição da vegetação do semiárido brasileiro.

Estudos demonstram, por exemplo, que extratos de *Cenostigma pyramidale* podem reduzir a germinação e o desenvolvimento inicial de *Lactuca sativa* (alface), evidenciando a complexidade das interações alelopáticas entre espécies vegetais (Felix *et al.*, 2017). Da mesma forma, extratos de *Mimosa caesalpiniiifolia* apresentam potencial para interferir na germinação de outras espécies vegetais (Marquez *et al.*, 2010).

Entre as espécies arbóreas da flora da Caatinga, destaca-se ainda *Libidibia ferrea* (pau-ferro ou jucá), reconhecida por sua importância ecológica e econômica. Embora essa espécie também produza metabólitos secundários com atividade alelopática (Silva *et al.*, 2021), suas plântulas podem atuar como plantas receptoras quando expostas aos compostos liberados por espécies exóticas invasoras, como *Azadirachta indica*. Essa condição reforça a necessidade de compreender como a atividade alelopática do nim pode interferir no estabelecimento e na regeneração de espécies nativas.

Ao longo desta revisão foram identificadas diversas espécies vegetais que atuam como plantas doadoras, receptoras ou desempenham ambas as funções nas interações alelopáticas.

A Tabela 2 sintetiza as principais espécies abordadas, destacando seu nome popular, origem, papel ecológico predominante e sua importância no contexto desta revisão.

Tabela 2 - Espécies vegetais abordadas na revisão integrativa e seus papéis nas interações alelopáticas.

Espécie	Nome popular	Origem	Papel ecológico	Aplicação no contexto da revisão
<i>Azadirachta indica</i>	Nim	Exótica	Planta doadora	Espécie foco da revisão; potencial alelopático e invasor.
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Angico-branco	Nativa	Planta receptora e doadora	Espécie representativa da Caatinga.
<i>Cecropia pachystachya</i>	Embaúba	Nativa	Planta doadora e receptora	Produção de metabólitos com efeito inibitório sobre espécies-teste.
<i>Cenostigma pyramidale</i>	Catingueira	Nativa	Planta receptora e doadora	Espécie frequentemente utilizada em bioensaios.
<i>Cryptostegia madagascariensis</i>	Viuvinha	Exótica invasora	Planta doadora	Espécie invasora com reconhecido potencial alelopático.
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Copaíba	Nativa	Planta doadora	Produção de extratos com atividade alelopática.
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	Sabiá	Nativa	Planta receptora e doadora	Utilizada em estudos envolvendo interação alelopática.
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Aroeira	Nativa	Planta receptora	Espécie nativa potencialmente suscetível aos aleloquímicos.
<i>Prosopis juliflora</i>	Algaroba	Exótica invasora	Planta doadora	Espécie invasora associada à inibição da regeneração da Caatinga.
<i>Lactuca sativa</i>	Alface	Cultivada	Espécie-teste	Bioindicadora amplamente utilizada em ensaios alelopáticos.
<i>Libidibia ferrea</i>	Pau-ferro (Jucá)	Nativa	Planta receptora	Espécie de interesse para estudos de regeneração.

Fonte: Autoria própria, (2026)

A síntese apresentada evidencia que uma mesma espécie pode desempenhar diferentes funções ecológicas, dependendo da interação analisada. Essa característica reforça que os papéis de planta doadora e planta receptora são circunstanciais e dependem do contexto ecológico em que a interação ocorre.

3.5 Biomas brasileiros

3.5.1 Caatinga

A Caatinga constitui o único bioma exclusivamente brasileiro, ocupando aproximadamente 11% do território nacional e distribuindo-se predominantemente pela Região Nordeste, com pequena extensão ao norte de Minas Gerais (IBGE, 2025).

Caracteriza-se por clima semiárido, precipitações irregulares e vegetação adaptada à escassez hídrica, reunindo elevado grau de biodiversidade e endemismo, o que lhe confere grande relevância ecológica em escala nacional e internacional (Leal *et al.*, 2005).

Apesar das condições climáticas restritivas, a Caatinga abriga uma expressiva riqueza florística. Estima-se que o bioma possua aproximadamente 3.150 espécies de plantas vasculares, sendo reconhecido como uma das florestas tropicais secas mais biodiversas do planeta (Tabarelli *et al.*, 2018).

Essa elevada diversidade resulta de uma longa história evolutiva, marcada pelo surgimento de adaptações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas que permitem às espécies sobreviverem sob condições de déficit hídrico prolongado (Benedito *et al.*, 2017).

Além da elevada riqueza de espécies, a Caatinga apresenta grande heterogeneidade ambiental, decorrente das variações de relevo, clima e solo que originam diferentes formações vegetacionais, incluindo áreas arbustivas, arbóreas, brejos de altitude e encaves de outros domínios fitogeográficos (Fernandes *et al.*, 2018; Nascimento *et al.*, 2024). Essa diversidade ambiental favorece a formação de comunidades vegetais com elevada complexidade ecológica e diferentes graus de sensibilidade às alterações ambientais.

O clima semiárido representa um dos principais fatores estruturantes desse bioma. Em grande parte da Caatinga predominam longos períodos de estiagem, que variam entre seis e onze meses, dependendo da região, sendo as condições mais severas registradas em áreas como o Raso da Catarina, o Seridó e setores localizados entre Pernambuco e Bahia (IBGE, 2021). Essas características impõem forte pressão seletiva sobre a vegetação, favorecendo espécies altamente especializadas e tornando os processos de regeneração natural particularmente sensíveis às alterações ambientais.

Nas últimas décadas, a Caatinga vem sofrendo intensa pressão decorrente da expansão das atividades antrópicas, da fragmentação dos habitats, do uso insustentável dos recursos naturais e das mudanças climáticas. Atualmente, aproximadamente 36,2% do bioma apresenta algum grau de influência antrópica, condição que favorece processos de degradação ambiental

e desertificação (IBGE, 2025; Melo *et al.*, 2023). Esses fatores reduzem a resiliência dos ecossistemas e aumentam sua suscetibilidade ao estabelecimento de espécies exóticas invasoras.

3.5.2 Cerrado

O Cerrado constitui o segundo maior bioma brasileiro, ocupando aproximadamente 23% do território nacional e sendo reconhecido como um dos principais *hotspots* mundiais de biodiversidade devido à elevada riqueza de espécies e ao elevado grau de endemismo associado à intensa pressão antrópica sobre seus ecossistemas (IBGE, 2025). O bioma desempenha ainda papel estratégico na manutenção dos recursos hídricos da América do Sul, por abrigar as nascentes das principais bacias hidrográficas do continente.

Predomina na região o clima tropical sazonal, caracterizado por temperatura média anual em torno de 22 °C, precipitação aproximada de 1.500 mm e duas estações bem definidas: um período seco, geralmente entre abril e setembro, e um período chuvoso, entre outubro e março (Costa *et al.*, 2022). Embora a vegetação do Cerrado também esteja adaptada ao déficit hídrico, as condições de seca são, em geral, menos severas que aquelas observadas na Caatinga (Bezerra *et al.*, 2018).

A elevada diversidade de formações vegetacionais, associada à heterogeneidade de solos, relevo e clima, favorece a ocorrência de inúmeras espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas adaptadas às condições naturais desse bioma. Entretanto, nas últimas décadas, a intensa expansão agropecuária provocou a perda de aproximadamente 46% da cobertura vegetal original, aumentando a fragmentação da paisagem e favorecendo processos de degradação ambiental (IBGE, 2025). Em consequência, o Cerrado figura entre os biomas brasileiros mais impactados pela conversão de habitats naturais, sendo superado apenas pela Mata Atlântica em extensão de áreas degradadas (Alencar *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2020).

A fragmentação dos ambientes naturais aumenta a vulnerabilidade do bioma ao estabelecimento de espécies exóticas invasoras. Modelos de suscetibilidade ambiental indicam que as condições climáticas do Cerrado são favoráveis ao estabelecimento e à dispersão de nim, especialmente em áreas submetidas a perturbações antrópicas (Santos *et al.*, 2020). Além da elevada capacidade de adaptação, indivíduos da espécie cultivados no Cerrado mantêm a produção de importantes metabólitos secundários, incluindo flavonoides, saponinas, taninos e antraquinonas, compostos associados às atividades alelopática, fitotóxica e de defesa vegetal (Corrêa *et al.*, 2022).

Entre as espécies arbóreas características desse bioma destacam-se *Myracrodruon urundeuva* (aroeira) e *Anadenanthera colubrina* (angico-branco), cuja distribuição também se estende a outros biomas brasileiros, como a Caatinga e a Mata Atlântica (Medeiros *et al.*, 2019; Nascimento *et al.*, 2024). A ocorrência dessas espécies em áreas potencialmente invadidas por *Azadirachta indica* reforça a importância de compreender como os aleloquímicos produzidos pelo nim podem interferir na germinação, no estabelecimento e na regeneração natural da vegetação nativa.

3.5.3 Propensão a bioinvasão dos biomas Caatinga e Cerrado

Embora Caatinga e Cerrado apresentem características ambientais distintas, ambos compartilham elevada biodiversidade e crescente vulnerabilidade aos processos de bioinvasão. A Tabela 3 apresenta uma comparação entre os principais aspectos ecológicos desses biomas relacionados ao desenvolvimento desta pesquisa.

Tabela 3 - Comparação entre características ecológicas da Caatinga e do Cerrado relevantes para estudos de alelopatia.

Característica	Caatinga	Cerrado	Relação com a pesquisa
Clima	Semiárido	Tropical sazonal	Influencia a produção e a liberação de aleloquímicos.
Precipitação	Baixa e irregular	Moderada e sazonal	Afeta processos de lixiviação e decomposição.
Período seco	6 a 11 meses	Aproximadamente 6 meses	Condiciona o estabelecimento das espécies vegetais.
Endemismo	Elevado	Elevado	Aumenta a importância da conservação da flora.
Pressões ambientais	Desertificação e uso intensivo	Fragmentação e expansão agrícola	Favorecem processos de bioinvasão.
Vulnerabilidade a espécies invasoras	Alta	Alta	Justifica estudos sobre <i>Azadirachta indica</i> .
Espécies nativas utilizadas em bioensaios	Catingueira, sabiá, angico, aroeira	Angico, aroeira e outras espécies arbóreas	Avaliação da sensibilidade aos aleloquímicos.

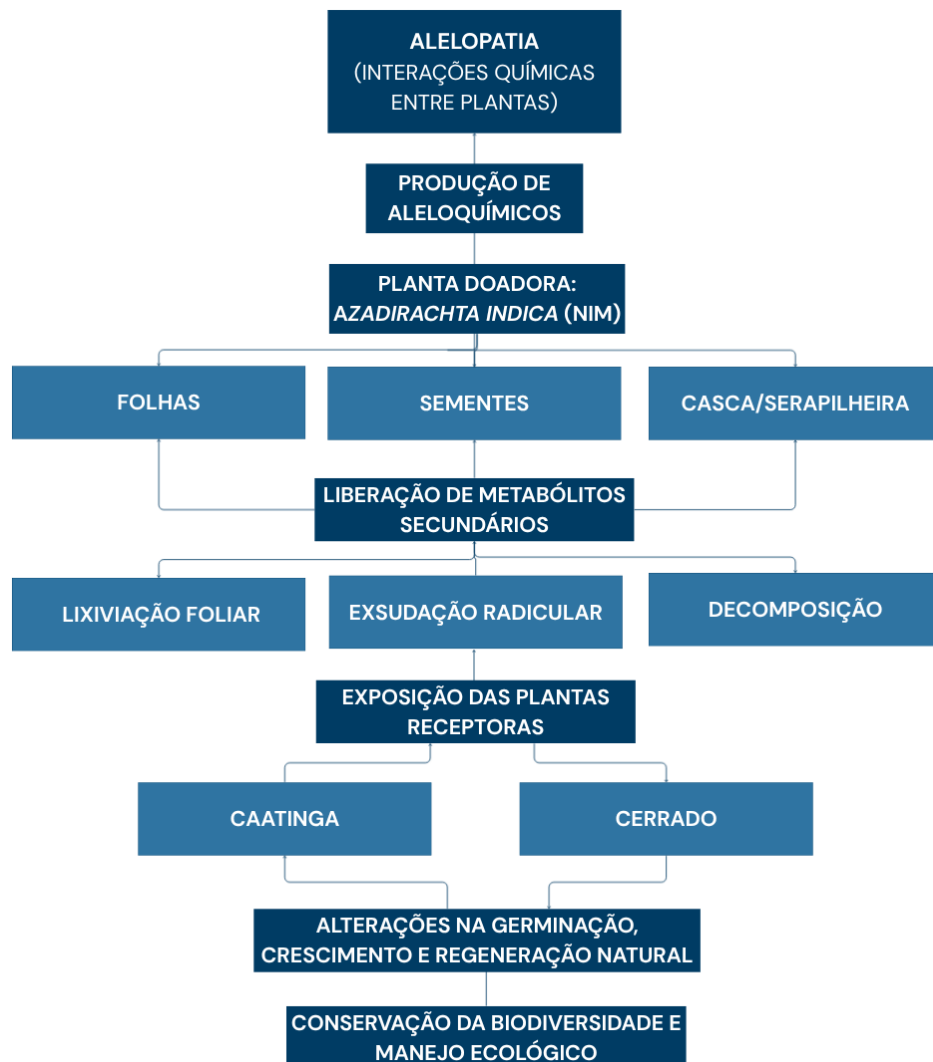
Fonte: Adaptado de Leal *et al.* (2005), Tabarelli *et al.* (2018), IBGE (2025), Costa *et al.* (2022), Bezerra *et al.* (2018) e Nascimento *et al.* (2024).

A comparação demonstra que, apesar das diferenças climáticas e estruturais, ambos os biomas apresentam condições que justificam estudos sobre o potencial alelopático de

Azadirachta indica, especialmente em áreas submetidas à degradação ambiental e à introdução de espécies exóticas.

A Figura 2 sintetiza as relações dos efeitos alelopáticos, apresentando o modelo conceitual que fundamenta a presente revisão integrativa.

Figura 1- Modelo conceitual das interações alelopáticas envolvendo *Azadirachta indica* e espécies vegetais dos biomas Caatinga e Cerrado.



Fonte: Autoria própria, (2026)

O modelo conceitual evidencia que os efeitos alelopáticos exercidos por *Azadirachta indica* dependem tanto da produção e liberação de aleloquímicos quanto da suscetibilidade das espécies receptoras e das condições ambientais dos biomas estudados.

4. METODOLOGIA

4.1 Tipo de estudo

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, de natureza descritiva, com abordagem predominantemente qualitativa e utilização de elementos quantitativos para a caracterização dos estudos selecionados. A revisão integrativa constitui um método de pesquisa que possibilita reunir, avaliar, sintetizar e interpretar resultados provenientes de diferentes delineamentos metodológicos, proporcionando uma compreensão abrangente sobre determinado fenômeno e contribuindo para a produção de conhecimento científico fundamentado em evidências (Mendes; Silveira; Galvão, 2008).

Esse método distingue-se por permitir a integração de estudos experimentais e não experimentais, favorecendo a identificação de lacunas no conhecimento, a comparação de resultados e a sistematização das evidências disponíveis acerca do tema investigado. No contexto desta pesquisa, a revisão integrativa mostrou-se adequada por possibilitar a análise crítica das evidências científicas relacionadas ao potencial alelopático de *Azadirachta indica* sobre espécies vegetais, especialmente aquelas pertencentes aos biomas Caatinga e Cerrado.

A condução da revisão seguiu as etapas metodológicas propostas por Mendes, Silveira e Galvão (2008), compreendendo: (i) definição da questão norteadora; (ii) estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão; (iii) busca sistematizada e seleção dos estudos; (iv) extração e organização das informações; (v) análise crítica e síntese das evidências científicas; e (vi) apresentação e discussão dos resultados. Embora esta pesquisa não constitua uma revisão sistemática e não tenha seguido integralmente o protocolo PRISMA, adotou-se um fluxograma adaptado de suas recomendações para representar de forma transparente o processo de identificação, seleção e inclusão dos estudos.

4.1.1 Questão Norteadora

A definição da questão norteadora constitui uma das etapas fundamentais da revisão integrativa, pois delimita o escopo da investigação e orienta todo o processo de busca, seleção, extração e análise das evidências científicas disponíveis. A elaboração de uma pergunta clara e objetiva permite estabelecer critérios metodológicos consistentes, reduzindo vieses durante a seleção dos estudos e garantindo maior rigor científico à revisão (Souza *et al.*, 2010).

Considerando os objetivos desta pesquisa, foi elaborada a seguinte questão norteadora:

Quais evidências científicas demonstram a influência do potencial alelopático de *Azadirachta indica* A. Juss. sobre a germinação, o crescimento e o desenvolvimento de espécies vegetais, especialmente aquelas nativas dos biomas Caatinga e Cerrado?

A partir dessa questão, foram definidos os descritores, as estratégias de busca, as bases de dados consultadas, os critérios de inclusão e exclusão e as variáveis utilizadas para a extração das informações dos estudos selecionados, assegurando que todas as etapas metodológicas permanecessem alinhadas aos objetivos propostos nesta revisão integrativa.

4.1.2 Busca ou Amostragem da Literatura

Com base na questão norteadora estabelecida, foi elaborada uma estratégia sistematizada de busca da literatura com o objetivo de identificar estudos científicos relacionados ao potencial alelopático de *Azadirachta indica* A. Juss. sobre espécies vegetais, com ênfase na flora nativa dos biomas Caatinga e Cerrado.

As buscas bibliográficas foram realizadas entre os meses de abril e junho de 2026, utilizando a base de dados SciELO e mecanismos de busca científica e indexação, incluindo Google Acadêmico e Portal de Periódicos CAPES. Adicionalmente, as ferramentas de inteligência artificial ChatGPT (OpenAI), SciSpace e NotebookLM (Google) foram empregadas exclusivamente como instrumentos de apoio à organização das informações, sistematização dos estudos selecionados e apoio à estruturação textual, não sendo utilizadas como fontes de dados científicos, para a geração automática de referências bibliográficas ou para a elaboração das análises e conclusões apresentadas neste trabalho. Toda a interpretação dos resultados, análise crítica e redação final permaneceram sob responsabilidade do autor.

Para a recuperação dos estudos, foram empregados descritores controlados e termos livres nos idiomas português e inglês, combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR. Os principais cruzamentos utilizados foram: ("*Azadirachta indica*" AND "allelopathy"), ("*Azadirachta indica*" AND "alelopatia"), ("nim" AND "alelopatia"), ("neem" AND "germination"), ("nim" AND "germinação"), ("potencial alelopático" AND "espécies nativas"), ("*Azadirachta indica*" AND "Caatinga") e ("*Azadirachta indica*" AND "Cerrado").

As estratégias de busca foram adaptadas às especificidades de cada base de dados e mecanismo de busca, utilizando-se os descritores nos campos título, resumo e palavras-chave, quando disponíveis.

Como critérios de inclusão, foram considerados estudos científicos publicados entre 2018 e 2025, disponíveis na íntegra, redigidos em português ou inglês e que abordassem os efeitos alelopáticos, fitotóxicos ou bioativos de *Azadirachta indica* sobre espécies vegetais.

A delimitação temporal teve como finalidade reunir evidências científicas recentes acerca dos efeitos do nim sobre a germinação, a emergência, o crescimento inicial e o desenvolvimento de plantas. Além disso, buscou-se padronizar a extração das informações referentes ao período de publicação, país e local de realização do estudo, bioma investigado, espécie receptora, tipo de extrato utilizado, parte da planta doadora, concentrações avaliadas e delineamento metodológico empregado.

4.1.3 Seleção dos estudos e extração de dados

Após a definição da estratégia de busca, os estudos recuperados foram submetidos a um processo sistemático de seleção, com o objetivo de identificar as publicações mais aderentes à questão norteadora desta revisão integrativa. Inicialmente, foram identificadas 362 produções científicas nas bases de dados e mecanismos de busca consultados.

Foram considerados, nessa etapa, artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses e demais produções acadêmicas que apresentassem relação com o potencial alelopático, fitotóxico ou bioativo de *Azadirachta indica* sobre espécies vegetais.

A seleção dos estudos foi realizada em duas etapas. Na primeira, procedeu-se à leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, verificando-se a compatibilidade das publicações com o objetivo da pesquisa e os critérios previamente estabelecidos. Após essa triagem inicial, 18 produções científicas foram consideradas potencialmente elegíveis para leitura e análise integral.

Na segunda etapa, os 18 estudos potencialmente elegíveis foram analisados na íntegra. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, a amostra final foi composta por 14 produções científicas, consideradas adequadas para a análise proposta nesta revisão integrativa. Como critérios de inclusão, foram adotados estudos publicados entre 2018 e 2025, disponíveis na íntegra, redigidos em português ou inglês e que abordassem os efeitos alelopáticos de *Azadirachta indica* sobre espécies vegetais. Também foram incluídas produções que investigaram o uso de extratos, óleos ou outras partes vegetais do nim em bioensaios envolvendo germinação, emergência, crescimento ou desenvolvimento inicial de plantas receptoras.

Como critérios de exclusão, foram retirados estudos duplicados, revisões narrativas, revisões integrativas, revisões sistemáticas, capítulos de livros e publicações cujo foco estivesse restrito ao controle de insetos-praga, fitopatógenos ou outros organismos, sem avaliação dos efeitos do nim sobre plantas receptoras. Também foram excluídos estudos indisponíveis na íntegra, fora do período delimitado ou que não apresentavam relação direta com os objetivos da revisão.

Após a definição da amostra final, foi realizada a extração padronizada das informações consideradas relevantes para a revisão. Para cada estudo foram registrados: autoria, ano de publicação, local de realização, bioma ou contexto ecológico, espécie receptora, tipo de extrato utilizado, concentrações testadas e principais resultados obtidos. Essa sistematização permitiu comparar os diferentes delineamentos experimentais empregados, identificar padrões metodológicos e analisar a consistência das evidências científicas disponíveis.

Como recurso complementar à organização e sistematização das informações extraídas, foi utilizada a plataforma de inteligência artificial SciSpace, exclusivamente para apoio à leitura exploratória dos estudos, identificação de palavras-chave e localização de informações metodológicas. A ferramenta não foi empregada para a seleção dos estudos, interpretação dos resultados ou elaboração das conclusões desta pesquisa, permanecendo tais etapas sob responsabilidade do autor.

Buscando atender aos objetivos desta revisão, os estudos também foram organizados de acordo com sua relevância ecológica para os biomas Caatinga e Cerrado. Os demais estudos, envolvendo espécies agrícolas, plantas-teste, plantas daninhas ou organismos de interesse fitossanitário, foram mantidos por contribuírem para ampliar a compreensão do potencial bioativo e fitotóxico de *Azadirachta indica*.

A caracterização dos estudos selecionados permitiu identificar tendências temporais e espaciais das pesquisas relacionadas ao potencial alelopático de *Azadirachta indica* A. Juss. A Tabela 4 apresenta a distribuição das publicações segundo o período de publicação, o bioma investigado e a região geográfica de realização dos estudos.

Tabela 4 - Caracterização cronológica e geográfica dos estudos selecionados.

Característica	Categoria	n	%
Período de publicação	2018	2	14,3
	2019	3	21,4
	2020	5	35,7
	2021–2023	2	14,3
	2024–2025	2	14,3
Bioma	Caatinga	11	78,6
	Cerrado	2	14,3
	Caatinga/Cerrado	1	7,1
Região	Nordeste	12	85,7
	Centro-Oeste	1	7,1
	Sudeste	1	7,1

Fonte: Autoria própria, (2026)

Observa-se que o maior número de publicações concentrou-se entre os anos de 2019 e 2020, período em que houve intensificação das pesquisas voltadas aos efeitos alelopáticos do *Azadirachta indica* sobre espécies vegetais. Enquanto os estudos mais antigos concentravam-se predominantemente em aplicações agrícolas, como o controle de plantas daninhas, a qualidade fisiológica de sementes e o manejo fitossanitário, as publicações mais recentes passaram a direcionar maior atenção aos impactos ecológicos da espécie, especialmente sobre plantas nativas da Caatinga.

Em relação à distribuição geográfica, verificou-se predominância de pesquisas desenvolvidas na Região Nordeste, principalmente nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Maranhão e Bahia (Tabela 4). Essa concentração acompanha a ampla utilização do *Azadirachta indica* nessa região, tanto em áreas urbanas quanto rurais, onde a espécie é empregada para arborização, sombreamento e diferentes finalidades agroambientais. Entretanto, sua crescente disseminação também reforça a necessidade de compreender seus possíveis efeitos sobre a regeneração da flora nativa, sobretudo em ecossistemas semiáridos (Alcântara *et al.*, 2020; Nascimento *et al.*, 2024).

Entre os biomas investigados, a Caatinga destacou-se como o principal foco das pesquisas, representando a maior parte dos estudos selecionados. Diversas espécies arbóreas

nativas, como *Mimosa caesalpiniiifolia* (Sábia), *Cenostigma pyramidale* (Catingueira), *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira), *Handroanthus serratifolius* (Ipê amarelo), *Libidibia ferrea* (Pau-ferro), *Pityrocarpa moniliformis* (Catanduva), *Astronium urundeuva* (Aroeira) e *Piptadenia stipulacea* (Jurema branca), foram avaliadas em bioensaios utilizando extratos de *Azadirachta indica*, evidenciando o crescente interesse em compreender seus efeitos sobre processos de germinação, emergência e desenvolvimento inicial (Braga *et al.*, 2019; Mota *et al.*, 2020; Nascimento *et al.*, 2022; Nascimento *et al.*, 2024).

Por outro lado, verificou-se reduzido número de investigações desenvolvidas especificamente no Cerrado. Os poucos estudos identificados concentraram-se em espécies com ocorrência compartilhada entre os biomas, como *Anadenanthera colubrina*, indicando que ainda existem lacunas importantes acerca dos efeitos alelopáticos do nim sobre a flora típica desse domínio fitogeográfico (Medeiros *et al.*, 2019).

Os resultados obtidos evidenciam que, embora a literatura sobre *Azadirachta indica* tenha apresentado crescimento gradual nos últimos anos, as pesquisas permanecem fortemente concentradas na Caatinga e em poucas espécies vegetais receptoras. Esse panorama demonstra a necessidade de ampliar os estudos envolvendo outros biomas brasileiros, especialmente o Cerrado, bem como diferentes grupos funcionais de plantas nativas, contribuindo para uma compreensão mais abrangente dos impactos ecológicos decorrentes da introdução dessa espécie exótica.

Como resultado desse processo metodológico, foram selecionadas 14 produções científicas, cuja caracterização encontra-se apresentada no Quadro 1. A síntese contempla informações referentes ao delineamento dos estudos, às espécies receptoras avaliadas, ao tipo de extrato empregado, às concentrações utilizadas e aos principais efeitos observados, constituindo a base para a análise comparativa desenvolvida nesta revisão.

Quadro 1 - Síntese dos estudos selecionados sobre o potencial alelopático e bioativo de *Azadirachta indica* A. Juss.

Títulos / Autor/ Ano	Local / Bioma	Espécie Receptora	Tipo de Extrato	Concentração	Principais Resultados
Efeito alelopático do nim (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.) em plantas nativas da Caatinga Nascimento <i>et al.</i> , 2024	Jaguaribe-CE / Caatinga	Catingueira (<i>Cenostigma pyramidale</i>) e Aroeira (<i>Myracrodruon urundeuva</i>)	Aquoso (Folhas)	0, 25, 50, 75 e 100%	O nim afetou a germinação e o desenvolvimento inicial das duas espécies nativas. A catingueira foi mais sensível, com redução progressiva da germinação. Na aroeira, houve efeito sobre germinação, plântulas e radícula.
<i>Allelopathic effect of Azadirachta indica fresh leaves on the germination of native plants in the Seasonally Dry Tropical Forest</i> Mota <i>et al.</i> , 2020	Quixadá-CE / Caatinga.	sabiá (<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>), catanduva (<i>Pityrocarpa moniliformis</i>), aroeira (<i>Astronium urundeuva</i>), catingueira (<i>Cenostigma pyramidale</i>) jurema branca (<i>Piptadenia stipulacea</i>) e pau-ferro (<i>Libidibia ferrea</i>)	Aquoso (Folhas)	0, 20, 40, 60, 80 e 100%	O efeito variou entre as espécies. Houve redução do comprimento radicular em <i>Piptadenia stipulacea</i> e <i>Libidibia ferrea</i> , aumentando o tempo médio de germinação em <i>Astronium urundeuva</i> .
Potencial alelopático do extrato foliar de <i>azadirachta indica</i> sobre a emergência de <i>mimosa caesalpiniiifolia</i> Braga <i>et al.</i> , 2019	Macaíba-RN / Caatinga	Sabiá (<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.)	Aquoso (Folhas)	25, 50, 75 e 100 g/L	O aumento da concentração reduziu a porcentagem do índice de velocidade e de emergência. O estudo indica que o nim pode retardar a regeneração natural da espécie nativa.
Efeito alelopático do nim (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss) na germinação e desenvolvimento inicial	Cajazeiras-PE / relação com Caatinga e Cerrado	Angico branco (<i>Anadenanthera colubrina</i>)	Aquoso (Folhas)	100g/L; extrato com repouso de 24h, 48h e 72h	Observou-se efeito inibitório significativo na germinação, mas o crescimento inicial foi preservado.

de angico branco (<i>Anadenanthera colubrina</i>) Medeiros <i>et al.</i> , 2019					
Atividade alelopática de <i>Azadirachta indica</i> A.Juss. sobre <i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose Nascimento <i>et al.</i> , 2022	Crato e Juazeiro do Norte-CE / Caatinga	Ipê-amarelo (<i>Handroanthus serratifolius</i>)	Folhas secas Extrato aquoso	0, 25, 50, 75 e 100%	A taxa de germinação foi significativa na concentração mais alto do extrato de 100%, mas o índice de velocidade de germinação foi reduzindo a partir de 25%.
Interferência alelopática de espécies invasoras sobre as espécies nativas de caatinga Alcântara <i>et al.</i> , 2020	Cariri-CE Caatinga	Ipê-amarelo (<i>Handroanthus serratifolius</i>) e Ipê-roxo (<i>Handroanthus impetiginosus</i>), <i>Lonchocarpus sericeus</i> , <i>Myracrodruon urundeuva</i> , <i>Piptadenia moniliformis</i> e <i>Harrisia adscendens</i>	Aquoso (Folhas)	25, 50, 75 e 100%	O nim demonstrou forte ação alelopática relevante. Foram observados os efeitos negativos sobre IVG, radícula, cutícula e índice mitótico em espécies nativas.
Extração otimizada do óleo de nim e na avaliação do efeito alelopático em sementes mata-pasto Barbosa <i>et al.</i> , 2019	Chapadinha- MA Caatinga	Mata Pasto (<i>Senna occidentalis</i>)	Óleo (Sementes)	0, 2, 3, e 4% (m/v) diluídos em éter etílico	O óleo de nim afetou principalmente o desenvolvimento inicial das plântulas, com efeito significativo sobre radícula e hipocótilo.
Efeito da sazonalidade de extratos da <i>azadirachta indica</i> a. juss. sobre a	Arcoverde- PE	Alface (<i>Lactuca sativa</i> L.)	Extrato etanólico de folhas e casca de	25 mg/5 mL; extratos obtidos ao longo de 12 meses	O extrato de folhas foi mais prejudicial que o de casca. O comprimento médio da radícula

germinação de sementes de alface (<i>Lactuca Sativa</i> L.) Joseph, 2025	Caatinga		nim		foi maior no tratamento com folhas.
Uso do óleo de nim (<i>Azadirachta indica</i>) no tratamento de sementes de feijão-caupi Nascimento <i>et al.</i> , 2020	Vitória da Conquista-BA Caatinga	Feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i> L. (Walp), cultivar BRS Novaera)	Óleo de nim aplicado em sementes	0, 2, 4, 6 mL.L ⁻¹	O óleo de nim interferiu de forma variável na emergência e no desenvolvimento inicial. Houve efeito significativo sobre índices de velocidade, massa seca da parte aérea e raízes.
Extratos etanólicos de <i>momordica charantia</i> l. e <i>azadirachta indica</i> a. juss. na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de moringa oleifera lam Lima, 2020	Macaíba-RN / Caatinga	Moringa (<i>Moringa oleifera</i> Lam.)	Etanólico (Folhas)	0, 10, 20, 30 e 40%	O extrato de nim teve efeito positivo sobre a germinação e o IVG da moringa, além de reduzir sementes e incidências de fungos.
Efeito de diferentes técnicas para controle de plantas daninhas na cultura do rabanete Silva <i>et al.</i> , 2020	Pombal-PB / Caatinga	Rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.) e Capim navalha (<i>Hypolytrum pungens</i>), Azevém (<i>Lolium perene</i>), Bredo fino (<i>Trianthema portulacastrum</i>) e <i>Amaranthus spp.</i>	Folhas de nim usados como cobertura ou incorporadas ao solo	3% vol. solo	A incorporação de folhas de nim ao solo reduziu plantas daninhas e favoreceu alguns parâmetros do rabanete.
Óleo de Neem (<i>Azadirachta indica</i>) no controle de <i>Aspergillus flavus</i> em sementes de	João Pessoa-PB	Amendoim (<i>Arachis hypogaea</i> L.) e o fungo fitopatogênico <i>Aspergillus flavus</i>	Óleo de Nim	0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 mL.L ⁻¹	A dose de 0,5 mL/L controlou o fungo sem prejudicar a emergência; doses altas reduziram o vigor

amendoim					
Silva Junior, 2023					
Efeito de extratos vegetais aquosos sobre a germinação de plantas daninhas Andreani Junior <i>et al.</i> , 2018	Fernandópolis-SP / Cerrado	Capim-amargoso (<i>Digitaria insularis</i>) e Picão-preto (<i>Bidens pilosa</i>)	Aquoso (Folhas)	100g/300mL	O extrato de nim reduziu a porcentagem de germinação das duas espécies
Bioatividade de extratos de nim (<i>Azadirachta indica</i>) e rubim (<i>Leonurus sibiricus</i>) sobre <i>Meloidogyne javanica</i> in vitro Sousa Júnior, 2018	Morrinhos (GO) Cerrado	Nematoide-das-galhas (<i>Meloidogyne javanica</i>)	Aquoso (Folhas)	5 a 25%	A dose de 10% causou alta mortalidade e doses acima de 20% inibiram drasticamente a eclosão

Fonte: Autoria Própria, (2026)

A análise do conjunto de estudos evidencia que *Azadirachta indica* apresenta ampla diversidade de aplicações biológicas, variando desde o potencial uso como bioherbicida e agente de controle fitossanitário até os efeitos inibitórios sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de espécies vegetais nativas. As variáveis mais frequentemente investigadas foram porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, emergência de plântulas, comprimento da radícula, desenvolvimento da parte aérea e crescimento inicial, parâmetros considerados fundamentais para avaliar o estabelecimento e a regeneração natural das espécies vegetais.

A organização dos estudos segundo seu nível de relevância permitiu realizar uma análise crítica das evidências disponíveis, diferenciando as pesquisas diretamente relacionadas à flora nativa daquelas que apresentam contribuição complementar para o entendimento do potencial alelopático da *Azadirachta indica*.

5.2 Aspectos metodológicos, espécies doadoras e processos de extração

Os estudos selecionados demonstram relativa padronização quanto aos procedimentos metodológicos empregados para avaliar o potencial alelopático de *Azadirachta indica*. A Tabela 5 apresenta uma síntese dos principais materiais vegetais utilizados como fonte de aleloquímicos, dos métodos de extração empregados e das formas de aplicação adotadas nos bioensaios.

Tabela 5 - Características metodológicas predominantes nos estudos sobre potencial alelopático de *Azadirachta indica*.

Aspecto metodológico	Predominância observada	Frequência (n)
Parte da planta utilizada	Folhas	10
	Sementes	2
	Casca	1
	Folhas incorporadas ao solo	1
Tipo de extrato	Aquoso	9
	Óleo	3
	Etanólico	2
Forma de aplicação	Germinação em laboratório	13
	Incorporação ao solo	1
Unidade de concentração	Percentual (%)	10
	g L ⁻¹	2
	mL L ⁻¹	2

Fonte: Autoria própria, (2026)

Observou-se predominância da utilização de folhas como principal tecido vegetal doador, tanto na forma fresca quanto previamente seca ou desidratada em estufa. Essa preferência pode ser atribuída à facilidade de obtenção do material, à elevada disponibilidade de biomassa e à reconhecida presença de metabólitos secundários, como flavonoides, taninos, triterpenoides e outros compostos associados à atividade alelopática (Mota *et al.*, 2020; Braga *et al.*, 2019; Nascimento *et al.*, 2022; Nascimento *et al.*, 2024).

Em relação aos processos de obtenção dos compostos bioativos, verificou-se predominância dos extratos aquosos produzidos por maceração ou infusão das folhas, metodologia adotada na maior parte dos estudos analisados. Essa preferência provavelmente está relacionada à simplicidade do preparo, ao baixo custo operacional e à possibilidade de simular condições naturais de lixiviação dos aleloquímicos no ambiente. Em menor frequência, foram identificados estudos utilizando extratos etanólicos (Joseph, 2025; Lima, 2020), óleos obtidos das sementes ou formulações comerciais de óleo de nim (Barbosa *et al.*, 2019; Nascimento *et al.*, 2020; Silva Júnior, 2023), além da incorporação direta de folhas ao solo como estratégia de avaliação da atividade alelopática (Silva *et al.*, 2020).

As concentrações dos extratos apresentaram elevada variabilidade entre os estudos, refletindo diferenças nos objetivos experimentais e nos delineamentos metodológicos adotados. Foram observadas concentrações expressas em percentuais de diluição (0%, 25%, 50%, 75% e 100%), massa por volume (g L^{-1} ou mg/5 mL) e volume por volume (mL L^{-1}), dificultando comparações quantitativas diretas entre os experimentos. Apesar dessa heterogeneidade metodológica, verificou-se uma tendência consistente de intensificação dos efeitos alelopáticos à medida que aumentavam a concentração dos extratos ou o tempo de exposição das espécies receptoras.

Esses resultados evidenciam que, embora exista relativa padronização quanto à utilização das folhas e dos extratos aquosos como principais estratégias experimentais, ainda há considerável diversidade metodológica entre os estudos. Essa heterogeneidade reforça a necessidade de maior padronização dos protocolos experimentais, especialmente quanto às formas de preparo dos extratos, unidades de concentração e variáveis analisadas, favorecendo comparações mais robustas entre pesquisas futuras.

5.3 Efeitos alelopáticos de *Azadirachta indica* sobre a germinação e a emergência de espécies nativas

Os estudos analisados demonstraram, de forma consistente, que os derivados de *Azadirachta indica* exercem efeitos alelopáticos capazes de comprometer a germinação e a emergência de espécies vegetais nativas, especialmente da Caatinga. Embora a intensidade das respostas varie entre as espécies receptoras e as concentrações utilizadas, observa-se predominância de efeitos inibitórios sobre os processos iniciais do desenvolvimento vegetal, considerados fundamentais para o estabelecimento e a regeneração natural das populações.

Entre os parâmetros mais frequentemente afetados destacam-se a porcentagem de germinação, o índice de velocidade de germinação (IVG), o índice de velocidade de emergência (IVE) e o tempo médio de germinação. De modo geral, verificou-se tendência de redução desses parâmetros à medida que aumentaram as concentrações dos extratos de *Azadirachta indica*, sugerindo uma resposta dependente da dose aplicada.

Com o objetivo de sistematizar os principais efeitos observados sobre as espécies vegetais nativas avaliadas nos estudos selecionados, a Tabela 6 apresenta as variáveis fisiológicas afetadas e as respostas registradas pelos diferentes autores.

Tabela 6 - Principais efeitos alelopáticos de *Azadirachta indica* sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de espécies nativas.

Espécie receptora	Variáveis avaliadas	Principais efeitos observados	Referência
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	Emergência e Índice de Velocidade de Emergência (IVE)	Redução da emergência e do IVE com o aumento da concentração do extrato foliar.	Braga <i>et al.</i> (2019)
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Germinação e desenvolvimento inicial	Redução significativa da germinação, mantendo crescimento inicial pouco afetado.	Medeiros <i>et al.</i> (2019)
Seis espécies nativas da Caatinga (<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> , <i>Pityrocarpa moniliformis</i> , <i>Astronium urundeuva</i> , <i>Cenostigma pyramidale</i> , <i>Piptadenia stipulacea</i> e <i>Libidibia ferrea</i>)	Germinação, tempo médio de germinação, IVG e crescimento radicular	A resposta alelopática variou entre as espécies, evidenciando diferentes níveis de sensibilidade fisiológica.	Mota <i>et al.</i> (2020)
<i>Cenostigma pyramidale</i>	Germinação, IVG e desenvolvimento da parte aérea	Redução progressiva da germinação, do IVG e do crescimento da parte aérea conforme aumentou	Nascimento <i>et al.</i> (2024)

Espécie receptora	Variáveis avaliadas	Principais efeitos observados	Referência
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Germinação, plântulas normais e crescimento radicular	a concentração do extrato. Respostas diferenciadas entre as variáveis avaliadas, com maior efeito sobre o crescimento radicular.	Nascimento <i>et al.</i> (2024)

Fonte: Autoria própria, (2026)

Os resultados apresentados na Tabela 6 evidenciam que os efeitos alelopáticos de *Azadirachta indica* não ocorrem de forma uniforme entre as espécies receptoras. Enquanto algumas apresentaram redução direta da germinação, outras foram mais afetadas pela diminuição da velocidade de germinação, pela emergência das plântulas ou pelo crescimento radicular. Esses resultados indicam que a suscetibilidade aos aleloquímicos depende das características fisiológicas de cada espécie vegetal receptora.

Em *Mimosa caesalpiniiifolia*, Braga *et al.* (2019) verificaram redução significativa do índice de velocidade de emergência à medida que aumentaram as concentrações do extrato foliar, indicando comprometimento do estabelecimento inicial das plântulas. Resultados semelhantes foram observados por Medeiros *et al.* (2019), que identificaram redução da germinação de *Anadenanthera colubrina*, principalmente quando as sementes permaneceram expostas por maior tempo aos extratos aquosos.

Ao avaliarem seis espécies nativas da Caatinga, Mota *et al.* (2020) verificaram respostas fisiológicas distintas entre as plantas receptoras. Algumas espécies apresentaram redução da germinação, enquanto outras sofreram alterações predominantes no tempo médio de germinação, no índice de velocidade de germinação ou no crescimento radicular. Esses resultados reforçam que a ação alelopática do nim depende não apenas da concentração do extrato, mas também da sensibilidade fisiológica da espécie avaliada.

De forma semelhante, Nascimento *et al.* (2024) observaram elevada sensibilidade da (*Cenostigma pyramidale* (catingueira), cuja germinação e desenvolvimento da parte aérea diminuíram progressivamente com o aumento das concentrações do extrato. Em contraste, a aroeira (*Myracrodruon urundeuva* (aroeira) apresentou respostas mais heterogêneas, indicando que diferentes processos fisiológicos podem responder de maneira distinta aos compostos alelopáticos presentes no nim.

No conjunto, as evidências reunidas demonstram que a germinação e o estabelecimento inicial das plântulas constituem as fases mais sensíveis à ação alelopática de *Azadirachta indica*.

A predominância de efeitos inibitórios observada na literatura sugere que a presença dessa espécie exótica pode comprometer a regeneração natural de espécies nativas, especialmente em ambientes vulneráveis como a Caatinga, reforçando a necessidade de monitoramento e manejo em áreas onde o nim ocorre de forma disseminada.

5.4 Interferência no crescimento e desenvolvimento inicial das plântulas

Além dos efeitos observados sobre a germinação, a literatura demonstra que *Azadirachta indica* interfere significativamente no crescimento e no desenvolvimento inicial das plântulas.

Entre as variáveis mais frequentemente avaliadas destacam-se o comprimento da radícula, o crescimento da parte aérea, o desenvolvimento do caulículo e a formação de plântulas normais. De maneira geral, verificou-se predominância de efeitos inibitórios sobre essas estruturas, especialmente quando os extratos de nim foram utilizados em maiores concentrações.

Com o objetivo de sistematizar os principais efeitos observados sobre o desenvolvimento inicial das espécies vegetais avaliadas, a Tabela 7 apresenta as variáveis analisadas e os principais resultados registrados nos estudos selecionados.

Tabela 7 - Principais efeitos de *Azadirachta indica* sobre o crescimento e o desenvolvimento inicial das plântulas de espécies nativas receptoras.

Espécie receptora	Estruturas afetadas	Principais efeitos observados	Referência
<i>Handroanthus serratifolius</i>	Radícula e caulículo	Redução do comprimento das plântulas	Nascimento <i>et al.</i> (2022)
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	Sistema radicular	Redução do crescimento radicular	Mota <i>et al.</i> (2020)
<i>Libidibia ferrea</i>	Sistema radicular	Inibição do desenvolvimento da radícula	Mota <i>et al.</i> (2020)
<i>Cenostigma pyramidale</i>	Parte aérea	Redução progressiva do crescimento conforme aumentou a concentração do extrato	Nascimento <i>et al.</i> (2024)

Espécie receptora	Estruturas afetadas	Principais efeitos observados	Referência
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Radícula e plântulas normais	Respostas variáveis entre os parâmetros avaliados	Nascimento <i>et al.</i> (2024)
<i>Lactuca sativa</i> , <i>Cucumis sativus</i> e <i>Solanum lycopersicum</i>	Sistema radicular	Redução do crescimento das radículas	Farias <i>et al.</i> (2020)
<i>Lactuca sativa</i>	Radícula	Redução do comprimento médio das radículas	Joseph (2025)

Fonte: Autoria própria, (2026).

Os resultados evidenciam que o sistema radicular constitui uma das estruturas mais sensíveis aos compostos alelopáticos produzidos por *Azadirachta indica*. Em *Handroanthus serratifolius*, Nascimento *et al.* (2022) observaram redução significativa do comprimento da radícula e do caulículo, enquanto Mota *et al.* (2020) verificaram comprometimento do crescimento radicular em espécies nativas como *Pityrocarpa moniliformis* e *Libidibia ferrea*. Esses resultados indicam que, mesmo quando a germinação ocorre, o desenvolvimento subsequente das plântulas pode ser prejudicado, comprometendo seu estabelecimento no ambiente.

Resultados semelhantes foram observados por Nascimento *et al.* (2024), que registraram redução progressiva do desenvolvimento da parte aérea da (*Cenostigma pyramidale* (catingueira) à medida que aumentaram as concentrações do extrato foliar. Para a (*Myracrodruon urundeuva* (aroeira), os autores verificaram respostas fisiológicas distintas entre germinação, formação de plântulas normais e crescimento radicular, evidenciando que a intensidade da ação alelopática depende da variável biológica considerada.

Embora esta revisão tenha priorizado estudos envolvendo espécies nativas, pesquisas realizadas com plantas-teste e espécies agrícolas reforçam o padrão observado. Farias *et al.* (2020) verificaram redução do crescimento radicular em (*Lactuca sativa* (alface), (*Cucumis sativus* (pepino) e (*Solanum lycopersicum* (tomate), enquanto Joseph (2025) observou diminuição expressiva do comprimento das radículas de alface submetidas a extratos etanólicos de folhas de nim. Esses resultados sugerem que a elevada sensibilidade do sistema radicular aos aleloquímicos do nim não se restringe à flora nativa, sendo observada em diferentes grupos de espécies vegetais.

Sob a perspectiva ecológica, esses efeitos assumem elevada relevância, especialmente em ambientes semiáridos como a Caatinga. O comprometimento do desenvolvimento radicular reduz a capacidade das plântulas de absorver água e nutrientes, dificulta sua fixação no solo e diminui sua tolerância aos períodos de déficit hídrico. Dessa forma, ainda que a germinação ocorra, a limitação do crescimento inicial pode reduzir significativamente o sucesso do estabelecimento das espécies nativas e comprometer os processos naturais de regeneração da vegetação.

5.5 Compostos aleloquímicos associados aos efeitos fitotóxicos de *Azadirachta indica*

Os efeitos alelopáticos observados nos estudos analisados estão diretamente relacionados à presença de metabólitos secundários produzidos por *Azadirachta indica*. Essas substâncias atuam como agentes químicos capazes de interferir em diferentes processos fisiológicos das plantas receptoras, afetando desde a germinação das sementes até o desenvolvimento inicial das plântulas.

Com o objetivo de sintetizar os principais grupos químicos identificados nos estudos selecionados e suas possíveis implicações biológicas, a Tabela 8 apresenta os metabólitos secundários mais frequentemente relatados na literatura.

Tabela 8 - Principais metabólitos secundários identificados em *Azadirachta indica* e seus efeitos biológicos descritos na literatura.

Classe de composto	Principais efeitos descritos	Estudos que identificaram
Flavonoides	Interferência na germinação e no crescimento inicial das plântulas	Nascimento <i>et al.</i> (2022); Joseph (2025)
Compostos fenólicos (polifenóis)	Alterações fisiológicas relacionadas à germinação e ao desenvolvimento vegetal	Nascimento <i>et al.</i> (2022); Joseph (2025)
Alcaloides	Potencial atividade fitotóxica e inibição do desenvolvimento vegetal	Nascimento <i>et al.</i> (2022)
Catequinas	Associação com efeitos alelopáticos sobre espécies receptoras	Nascimento <i>et al.</i> (2022)
Carotenoides	Variação conforme a sazonalidade e a parte vegetal utilizada	Joseph (2025)

Fonte: Autoria própria, (2026).

A caracterização fitoquímica realizada por Nascimento *et al.* (2022) identificou a presença de alcaloides, catequinas, compostos fenólicos e flavonoides em extratos de folhas de nim, relacionando esses metabólitos aos efeitos observados sobre a germinação e o desenvolvimento inicial de *Handroanthus serratifolius*. Esses grupos químicos são amplamente reconhecidos por sua capacidade de interferir em processos fisiológicos vegetais, como divisão celular, permeabilidade de membranas, absorção de nutrientes e crescimento das plântulas.

Resultados complementares foram apresentados por Joseph (2025), que avaliou a composição química de extratos obtidos de folhas e cascas de nim ao longo de diferentes períodos do ano. Verificando variações sazonais nas concentrações de polifenóis, flavonoides e carotenoides, observando maiores concentrações de compostos fenólicos na casca. Entretanto, os extratos preparados a partir das folhas promoveram efeitos alelopáticos mais intensos sobre sementes de alface (*Lactuca sativa*), indicando que a intensidade da atividade biológica não depende exclusivamente da quantidade de metabólitos presentes, mas também da natureza química dos compostos, da parte vegetal utilizada e do método de extração empregado.

Embora a maior parte dos estudos destaque efeitos inibitórios do nim sobre espécies vegetais, Lima (2020) observou comportamento distinto ao avaliar extratos etanólicos de *Azadirachta indica* aplicados em sementes de (*Moringa oleífera* (moringa)). Nesse caso, foram registrados efeitos positivos, como otimização da germinação, aumento do vigor e velocidade, e redução na mortalidade das sementes. Com isso, os parâmetros fisiológicos e sanitários, sugerindo que a resposta das espécies receptoras depende tanto da composição química dos extratos quanto das características fisiológicas de cada espécie avaliada.

Apesar dos avanços observados, a literatura ainda apresenta limitações importantes quanto à identificação dos compostos diretamente responsáveis pela atividade alelopática do nim. A maioria dos estudos caracteriza apenas classes de metabólitos secundários, sem proceder ao isolamento ou à quantificação individual das substâncias bioativas. Dessa forma, embora exista forte associação entre flavonoides, compostos fenólicos, alcaloides e os efeitos fitotóxicos observados, ainda não é possível estabelecer qual composto exerce papel predominante na inibição da germinação ou do desenvolvimento inicial das diferentes espécies receptoras.

Essa lacuna evidencia uma importante perspectiva para pesquisas futuras, especialmente aquelas voltadas ao isolamento químico dos aleloquímicos, à identificação de seus mecanismos fisiológicos de ação e à avaliação da resposta diferencial das espécies nativas aos diferentes grupos de metabólitos presentes em *Azadirachta indica*.

5.6 Implicações para a conservação da flora nativa e manejo ambiental

Os efeitos alelopáticos de *Azadirachta indica* extrapolam o âmbito experimental e apresentam importantes implicações para a conservação da biodiversidade e para o planejamento de ações de manejo ambiental. Embora o nim seja amplamente utilizado por seu potencial ornamental, medicinal, agrícola e fitossanitário, as evidências analisadas indicam que sua presença pode comprometer processos ecológicos fundamentais, especialmente em ecossistemas onde a regeneração natural depende do estabelecimento contínuo de espécies nativas.

Entre os estudos analisados, Alcântara *et al.* (2020) inserem *Azadirachta indica* em um contexto mais amplo de interferência promovida por espécies exóticas invasoras sobre a flora nativa da Caatinga. Os autores demonstram que compostos alelopáticos liberados por essas espécies podem afetar processos fisiológicos essenciais, como germinação, crescimento radicular e divisão celular, reduzindo a capacidade de regeneração natural das comunidades vegetais. Dessa forma, o nim deve ser compreendido não apenas como uma espécie de interesse econômico, mas também como um potencial agente modificador da dinâmica ecológica em ambientes naturais.

As evidências levantadas nesta revisão mostram que a Caatinga concentra a maior parte das pesquisas disponíveis, permitindo afirmar com maior segurança que espécies nativas desse bioma apresentam sensibilidade aos compostos alelopáticos produzidos pelo nim. Em contrapartida, o conhecimento disponível para o Cerrado ainda permanece incipiente. Embora existam estudos envolvendo espécies com ocorrência compartilhada entre esses biomas, como *Anadenanthera colubrina*, as informações atualmente disponíveis são insuficientes para estabelecer padrões consistentes sobre os impactos do nim na flora característica do Cerrado.

Sob a perspectiva da gestão ambiental, esses resultados reforçam a necessidade de cautela quanto ao uso de *Azadirachta indica* em projetos de arborização urbana, recuperação de áreas degradadas, sistemas agroflorestais e reflorestamentos localizados nas proximidades de remanescentes de vegetação nativa. Sempre que possível, a utilização de espécies arbóreas nativas deve ser priorizada, reduzindo os riscos associados à competição ecológica, à dispersão da espécie exótica e aos efeitos alelopáticos sobre comunidades vegetais naturais.

Além das recomendações práticas, esta revisão evidencia importantes lacunas científicas. Ainda são escassos estudos realizados em condições de campo, pesquisas de longo prazo e investigações envolvendo diferentes fitofisionomias do Cerrado, bem como trabalhos voltados ao isolamento dos metabólitos responsáveis pelos efeitos alelopáticos observados. O

avanço dessas pesquisas permitirá compreender com maior precisão a dimensão ecológica da introdução do nim em ecossistemas brasileiros e subsidiará estratégias de manejo ambiental fundamentadas em evidências científicas.

Com o objetivo de sintetizar as principais diferenças observadas entre os biomas investigados, o Quadro 2 apresenta uma comparação das evidências científicas disponíveis acerca dos efeitos alelopáticos de *Azadirachta indica*.

Quadro 2 - Comparação das evidências científicas sobre os efeitos alelopáticos de *Azadirachta indica* nos biomas Caatinga e Cerrado.

CRITÉRIO DE COMPARAÇÃO	CAATINGA	CERRADO
Representatividade nos estudos analisados	Maior número de estudos diretamente relacionados ao bioma.	Menor número de estudos diretamente relacionados ao bioma.
Espécies avaliadas	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> , <i>Handroanthus serratifolius</i> , <i>Cenostigma pyramidale</i> , <i>Myracrodruon urundeuva</i> , <i>Piptadenia stipulacea</i> , <i>Pityrocarpa moniliformis</i> , <i>Astronium urundeuva</i> e <i>Libidibia ferrea</i> (Braga <i>et al.</i> , 2019; Mota <i>et al.</i> , 2020; Nascimento <i>et al.</i> , 2022; Nascimento <i>et al.</i> , 2024).	Principalmente <i>Anadenanthera colubrina</i> , espécie também registrada para o Cerrado (Medeiros <i>et al.</i> , 2019).
Tipo de evidência	Bioensaios diretos com espécies nativas da Caatinga.	Evidência indireta ou pontual, sem ampla avaliação de espécies típicas do Cerrado.
Variáveis afetadas	Germinação, emergência, IVG, tempo médio de germinação, plântulas normais, radícula e caulículo.	Principalmente germinação em espécie com ocorrência também no Cerrado
Força da evidência	Alta, pois há vários estudos com espécies nativas do bioma.	Baixa a moderada, pois há poucos estudos diretamente voltados ao bioma.
Implicação ecológica	Possível comprometimento da regeneração natural e do recrutamento de plântulas nativas.	Risco potencial, mas ainda com necessidade de estudos específicos.

Recomendação de manejo	Evitar o uso indiscriminado do nim próximo a áreas nativas e priorizar espécies da Caatinga em restauração ecológica	Ampliar pesquisas com espécies nativas do Cerrado antes de definir conclusões amplas sobre o impacto do nim
------------------------	--	---

Fonte: Autoria Própria, (2026).

Essa diferença entre os biomas não significa, necessariamente, que a Caatinga seja mais suscetível aos efeitos alelopáticos do nim, mas sim que ela foi significativamente mais investigada pela literatura científica. Assim, a aparente maior evidência para esse bioma decorre principalmente da maior disponibilidade de estudos experimentais envolvendo espécies nativas, enquanto o Cerrado permanece como uma importante lacuna de conhecimento.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos analisados demonstraram que *A. indica* apresenta elevado potencial alelopático, associado principalmente à presença de metabólitos secundários, como flavonoides, compostos fenólicos, alcaloides e catequinas. Esses compostos mostraram-se capazes de interferir em diferentes etapas do desenvolvimento vegetal, afetando especialmente a germinação, a emergência, o índice de velocidade de germinação, o crescimento radicular e o desenvolvimento inicial das plântulas.

Entretanto, os efeitos observados não se mostraram uniformes entre as espécies avaliadas, variando conforme a concentração dos extratos, a parte vegetal utilizada, o método de extração, o tempo de exposição e as características fisiológicas das espécies receptoras.

Entre as evidências levantadas, destaca-se a maior consistência dos resultados obtidos para espécies nativas da Caatinga. Espécies como *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Cenostigma pyramidale*, *Handroanthus serratifolius*, *Myracrodruon urundeuva*, *Pityrocarpa moniliformis*, *Libidibia ferrea* e *Anadenanthera colubrina* apresentaram diferentes níveis de sensibilidade aos extratos de nim, evidenciando redução da germinação, atraso no estabelecimento das plântulas e comprometimento do desenvolvimento radicular.

Considerando que essas variáveis estão diretamente relacionadas ao sucesso do recrutamento e da regeneração natural das populações vegetais, tais resultados indicam que a presença do nim pode representar um fator adicional de pressão sobre ecossistemas já submetidos a intensos processos de degradação ambiental.

Em contraste, a revisão integrativa evidenciou importante lacuna científica quanto aos impactos de *A. indica* sobre espécies características do Cerrado. Embora algumas pesquisas tenham incluído espécies com ocorrência compartilhada entre os dois biomas, ainda são escassos estudos direcionados especificamente à flora do Cerrado.

Outro aspecto relevante identificado nesta revisão refere-se à predominância de experimentos conduzidos em condições controladas de laboratório ou casa de vegetação. Embora esses estudos sejam fundamentais para compreender os mecanismos de ação dos aleloquímicos, a dinâmica observada em ambientes naturais pode ser influenciada por fatores como características do solo, sazonalidade, precipitação, atividade microbiana, decomposição da serapilheira e interações ecológicas entre as espécies.

Nesse sentido, os resultados apresentados devem ser interpretados como evidências do potencial alelopático do nim, e não como uma representação integral dos processos que ocorrem em condições de campo.

Sob a perspectiva da conservação ambiental, os achados desta revisão reforçam a necessidade de cautela quanto ao uso de *A. indica* em projetos de arborização urbana, recuperação de áreas degradadas, sistemas agroflorestais e outras iniciativas desenvolvidas em regiões próximas a remanescentes de vegetação nativa. Sempre que possível, a utilização de espécies arbóreas nativas deve ser priorizada, contribuindo para a manutenção da biodiversidade, da regeneração natural e do equilíbrio ecológico dos ecossistemas brasileiros.

Por fim, esta revisão evidencia a necessidade de ampliar as pesquisas sobre o potencial alelopático de *A. indica*, especialmente por meio de estudos realizados em condições de campo, envolvendo maior diversidade de espécies nativas, diferentes fitofisionomias da Caatinga e do Cerrado, além da identificação e quantificação dos metabólitos responsáveis pelos efeitos observados. O aprofundamento dessas investigações permitirá compreender com maior precisão os mecanismos ecológicos envolvidos e subsidiará estratégias de manejo ambiental mais seguras e fundamentadas cientificamente.

Portanto, que *A. indica* constitui uma espécie de reconhecida importância econômica, agrícola e medicinal, mas cujo potencial alelopático demanda atenção quando introduzida em ambientes naturais. Conciliar os benefícios associados ao seu uso com a conservação da flora nativa representa um dos principais desafios para o manejo sustentável dessa espécie, tornando indispensável que decisões relacionadas à sua utilização sejam orientadas por evidências científicas e pelos princípios da conservação da biodiversidade.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, B. M. *et al.* Interferência alelopática de espécies invasoras sobre as espécies nativas de Caatinga. In: V SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA; XXIII SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2020, Crato, CE. **Anais...** Crato: Universidade Regional do Cariri, 2020.
- ALENCAR, M. S. F. *et al.* A Caatinga no paisagismo e arborização urbana. **Revista Tema**, v. 32, pág. 1-20, 2019.
- ANAYA, A. L. Allelopathy as a tool in the management of biotic resources in agroecosystems. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 18, n. 6, p. 697–739, 1999.
- ANDREANI JUNIOR, R. *et al.* Efeito de extratos vegetais aquosos sobre a germinação de plantas daninhas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 15, n. 27, p. 188-197, 2018.
- ÁRVORES DO BRASIL. **Angico-branco (*Anadenanthera colubrina*)**. Disponível em: <https://www.arvores.brasil.nom.br/new/angicobranco/>. Acesso em: 24 jun. 2026.
- ÁRVORES DO BRASIL. **Copaíba (*Copaifera langsdorffii*)**. Disponível em: <https://www.arvores.brasil.nom.br/new/copaiba/>. Acesso em: 24 jun. 2026.
- BARBOSA, L. M. Extração otimizada do óleo de nim e avaliação do efeito alelopático em sementes de mata-pasto. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Campus Chapadinha, Chapadinha, 2019
- BARSTOW, M. *Azadirachta indica*. In: **Plants of the World Online**. Kew Science, Royal Botanic Gardens, 2017. Disponível em: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:578020-1>. Acesso em: 27 jul. 2025.
- BATISH, D. R. *et al.* Phytotoxicity of a medicinal plant, *Anisomeles indica*, against *Phalaris minor* and its possible use as a natural herbicide. **Annals of Applied Biology**, v. 141, n. 1, p. 65-69, 2002.
- BENEDITO, N. C. Variabilidade temporal das fenofases de *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth. em sistema ecológico de Caatinga no Cariri Paraibano. 2017. 37 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia) – Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, PB, 2017.
- BEZERRA, J. W. A. *et al.* Alelopatia de Espécies Aromáticas na Germinação de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* (Cactaceae). **J Agr Ciência**, v. 11, 2018.
- BRAGA, Rodolpho Stephan Santos *et al.* Potencial alelopático do extrato foliar de *Azadirachta indica* sobre a emergência de *Mimosa caesalpiniiifolia*. **Anais I CONIMAS e III CONIDIS**, Campina Grande: Realize Editora, 2019

CALLAWAY, R. M.; ASCHEHOUG, E. T. Invasive plants versus their new and old neighbors: a mechanism for exotic invasion. **Science**, v. 290, n. 5491, p. 521–523, 2000.

CARVALHO, M. S. *et al.* Alelopatia e espécies vegetais exóticas: implicações ecológicas da introdução do nim (*Azadirachta indica*) em ambientes naturais. **Revista Brasileira de Ecologia**, v. 23, n. 2, p. 54-66, 2021.

CORREIA, T. A. *et al.* NIM (*Azadirachta indica*): aspectos fitoquímicos e anatômicos. Miranda MLD. **Fitoquímica: Potencialidades biológicas dos biomas brasileiros**. Científica Digital, São Paulo, 2022.

COSTA, A. L. E. *et al.* Potencial alelopático de plantas do Cerrado. **Revista Concilium**, v. 22, n. 5, 2022.

EL-HAMID, H. A. ABD *et al.* Allelopathic effect of Neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) aqueous leaf extract on the germination and growth of selected crops and weeds. **Biolife**, v. 5, n. 4, p. 428-436, 2017.

FARIAS, C. B. M. *et al.* Efeito alelopático de extrato aquoso de *Azadirachta indica* A. Juss. na germinação de plantas teste. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 7, n. 1, p. 142-154, 2020.

FELIX, R. S. *et al.* Atividade alelopática de extratos aquosos de folhas de *Poincianella pyramidalis* sobre a germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 19, n. 3, p. 476-482, 2017.

FERNANDES, M. F. *et al.* Vegetação e flora da Caatinga. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 4, p. 51-56, 2018.

FERREIRA, Alfredo Gui; AQUILA, Maria Estefânia Alaves. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista brasileira de fisiologia vegetal**, v. 12, n. 1, p. 175-204, 2000.

FERREIRA, B. S. *et al.* Revisão sobre o Potencial alelopático da família Euphorbiaceae. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 28, n. 1, 2025.

HIERRO, José L.; CALLAWAY, Ragan M. The ecological importance of allelopathy. **Annual review of ecology, evolution, and systematics**, v. 52, n. 1, p. 25-45, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. **Domínios e regiões naturais terrestres dos biomas do Brasil: uma proposta de regionalização natural**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=2102232&view=detalhes>. Acesso em: 24 jun. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. Coordenação de Contas Nacionais; IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Ecosystem accounts: land use in the brazilian biomes : 2000-2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. 98 p. (Contas nacionais, ISSN 1415-9813, n. 73. Contas econômicas ambientais). Tradução de: Contas de ecossistemas: o uso da terra nos biomas brasileiros: 2000-2018.

INDERJIT; Duke, S. O. Ecophysiological aspects of allelopathy. *Planta*, v. 217, p. 529–539, 2003. DOI: 10.1007/s00425-003-1054-z

JOSEPH, G. Efeito da sazonalidade de extratos da *Azadirachta indica* A. Juss. sobre a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). 2025. **Dissertação** (Mestrado em Saúde e Desenvolvimento Socioambiental) – Universidade de Pernambuco, Multicampi Garanhuns, Garanhuns, PE, 2025.

KOUL, O. *et al.* Properties and uses of neem, *Azadirachta indica*. **Canadian Journal of Botany**, v. 68, n. 1, p. 1-11, 1990.

LEAL, I. R. *et al.* Changing the course of biodiversity conservation in the Caatinga of northeastern Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 701-706, 2005.

LIMA, F. R. A. *et al.* Extratos etanólicos de *Momordica charantia* L. e *Azadirachta indica* A. Juss. na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de *Moringa oleifera* Lam. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 60030-60046, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n8-425.

MACHADO, I. C. *et al.* Biodiversity and conservation of the Caatinga flora: a meta-analysis. **Journal of Arid Environments**, v. 188, p. 104449, 2021.

MACÍAS, F. A. *et al.* Allelopathic agents from sunflower leaves: chemically mediated interactions in plant–plant communication. **Phytochemistry Reviews**, v. 6, p. 255-272, 2007.

MARQUEZ, L. A. *et al.* Efeito alelopático dos extratos aquosos de *Mimosa caesalpiniiifolia* sobre a germinação de sementes de espécies agrícolas. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 4, p. 1023-1028, 2010.

MARTINS, A. B. G. *et al.* Potencial de uso do nim na arborização urbana e implicações ecológicas. **Revista Árvore**, v. 34, n. 4, p. 615-623, 2010.

MEDEIROS, D. O. *et al.* Efeito alelopático do nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) na germinação e desenvolvimento inicial de angico-branco (*Anadenanthera colubrina*). In: I CONIMAS – Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade; III CONIDIS – Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2019, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Realize Editora, 2019.

MELO, J. O. *et al.* A Caatinga: um bioma exclusivamente brasileiro. **Ciência e Cultura**, v. 75, n. 4, p. 1-9, 2023.

MENDES, Karina Dal Sasso; SILVEIRA, Renata Cristina de Campos Pereira; GALVÃO, Cristina Maria. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto & Contexto Enfermagem**, Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 758-764, 2008. DOI: 10.1590/S0104-07072008000400018.

MILLER, D. A. Allelopathy in forage crop systems. **Agronomy Journal**, v. 88, n. 6, p. 979-983, 1996.

MOTA, J. A. X. *et al.* Allelopathic effect of *Azadirachta indica* fresh leaves on the germination of native plants in the Seasonally Dry Tropical Forest. **Scientia Plena**, v. 16,

MOTMAINNA, M. *et al.* Allelopathic potential of tropical plants: a comprehensive review. **Agronomy**, v. 13, n. 2, 2023. DOI: 10.3390/agronomy13020456. n. 12, 2020.

NASCIMENTO, F. M. *et al.* Uso do óleo de nim (*Azadirachta indica*) no tratamento de sementes de feijão-caupi. **Semana de Agronomia da UESB (SEAGRUS)**-ISSN 2526-8406, v. 2, n. 1, 2020.

NASCIMENTO, G. M. *et al.* Allelopathic activity of *Azadirachta indica* A. Juss. on *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. Grose. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e12511325896-e12511325896, 2022.

NASCIMENTO, L. *et al.* Efeito alelopático do nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) em plantas nativas da Caatinga. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 2, n. 46, p. 245-266, 2024.

OLIVEIRA, S. C. C.; FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Efeito alelopático de folhas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. (Solanaceae) na germinação e crescimento de *Sesamum indicum* L. (Pedaliaceae) sob diferentes temperaturas. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 3, p. 389–395, 2004.

PIRES, N. M. *et al.* Alelopatia. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 145-171.

PUTNAM, A. R. Allelopathic research in agriculture: past highlights and potential. In: **The Chemistry of Allelopathy**. Washington: American Chemical Society, 1985. p. 51-65.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2. ed. Orlando: Academic Press, 1984.

RICKLI, H. C. *et al.* Atividade alelopática de extratos de folhas e sementes de nim sobre a germinação e crescimento de espécies cultivadas. **Planta Daninha**, v. 29, n. 1, p. 111-121, 2011.

RICKLI, H. C. *et al.* Efeito alelopático de extrato aquoso de folhas de *Azadirachta indica* A. Juss. em alface, soja, milho, feijão e picão-preto. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 473-483, 2011.

RIZVI, S. J. H. *et al.* A discipline called allelopathy. In: **Allelopathy: Basic and Applied Aspects**. London: Chapman and Hall, 1992.

RODRIGUES, A. C. *et al.* Efeito alelopático de extratos aquosos de folhas de espécies arbóreas sobre alface (*Lactuca sativa* L.). **Ceres**, v. 40, p. 395-406, 1993.

SALAM, M. A.; KATO-NOGUCHI, H. Evaluation of allelopathic potential of neem (*Azadirachta indica*) leaf extract on seed germination and seedling growth of different test plant species. **American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture**, v. 2, n. 2, 2018.

SANTOS, G. *et al.* Potencial de invasão biológica do nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) no Nordeste brasileiro. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 14, n. 3, p. 07-12, 2020.

- SANTOS, M. G. *et al.* Estrutura populacional e potencial alelopático da espécie exótica invasora *Hyparrhenia rufa* (Ness) Staph. **RECIMA21 – Revista Científica Multidisciplinar**, v. 4, n. 9, p. e494005-e494005, 2023.
- SANTOS, M. G. P. *et al.* Potencial alelopático da espécie exótica invasora *Cryptostegia madagascariensis* Bojer sobre a germinação de espécies nativas de cactáceas da Caatinga. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 29, n. 3, p. 694-701, 2025.
- SILVA JÚNIOR, D. F. da. Óleo de neem (*Azadirachta indica*) no controle de *Aspergillus flavus* em sementes de amendoim. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharelado em Agronomia) – Faculdade de Enfermagem Nova Esperança, João Pessoa, 2023.
- SILVA, M. A. D. *et al.* Alelopatia de espécies da Caatinga. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e57610414328-e57610414328, 2021.
- SILVA, M. S. *et al.* Efeito de diferentes técnicas para controle de plantas daninhas na cultura do rabanete. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e215985077-e215985077, 2020.
- SILVA, T. G. F. *et al.* Efeitos de compostos alelopáticos de *Azadirachta indica* em espécies nativas do semiárido brasileiro. **Agroecossistemas**, v. 15, n. 1, p. 77–85, 2023.
- SILVEIRA, P. F. S. *et al.* Atividade alelopática de extratos foliares de *Mimosa tenuiflora* na germinação de *Lactuca sativa*. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p. 20-27, 2012.
- SOUZA FILHO, A. P. S. *et al.* Proposta metodológica para análise da atividade alelopática em laboratório: uma revisão. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 315-325, 2008.
- SOUZA, M. T. *et al.* Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, jan./mar. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1679-45082010RW1134>. Acesso em: 14 jun. 2026.
- SUPERMATA. **Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*)**. Disponível em: <https://supermata.taua.ce.gov.br/viveiro/fotos/30/01.jpg>. Acesso em: 24 jun. 2026.
- TABARELLI, M. *et al.* Caatinga: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 4, p. 25-29, 2018.
- TOKURA, L. K.; NÓBREGA, L. H. P. Alelopatia: efeitos e importância no controle de plantas daninhas. **Revista Biotemas**, v. 18, n. 2, p. 53–68, 2005.
- YANG, Z. *et al.* Allelopathy drives plant invasion, exacerbates grassland degradation and contributes to natural forest regeneration. **Forests**, v. 14, n. 3, p. 562, 2023. DOI: 10.3390/f14030562.