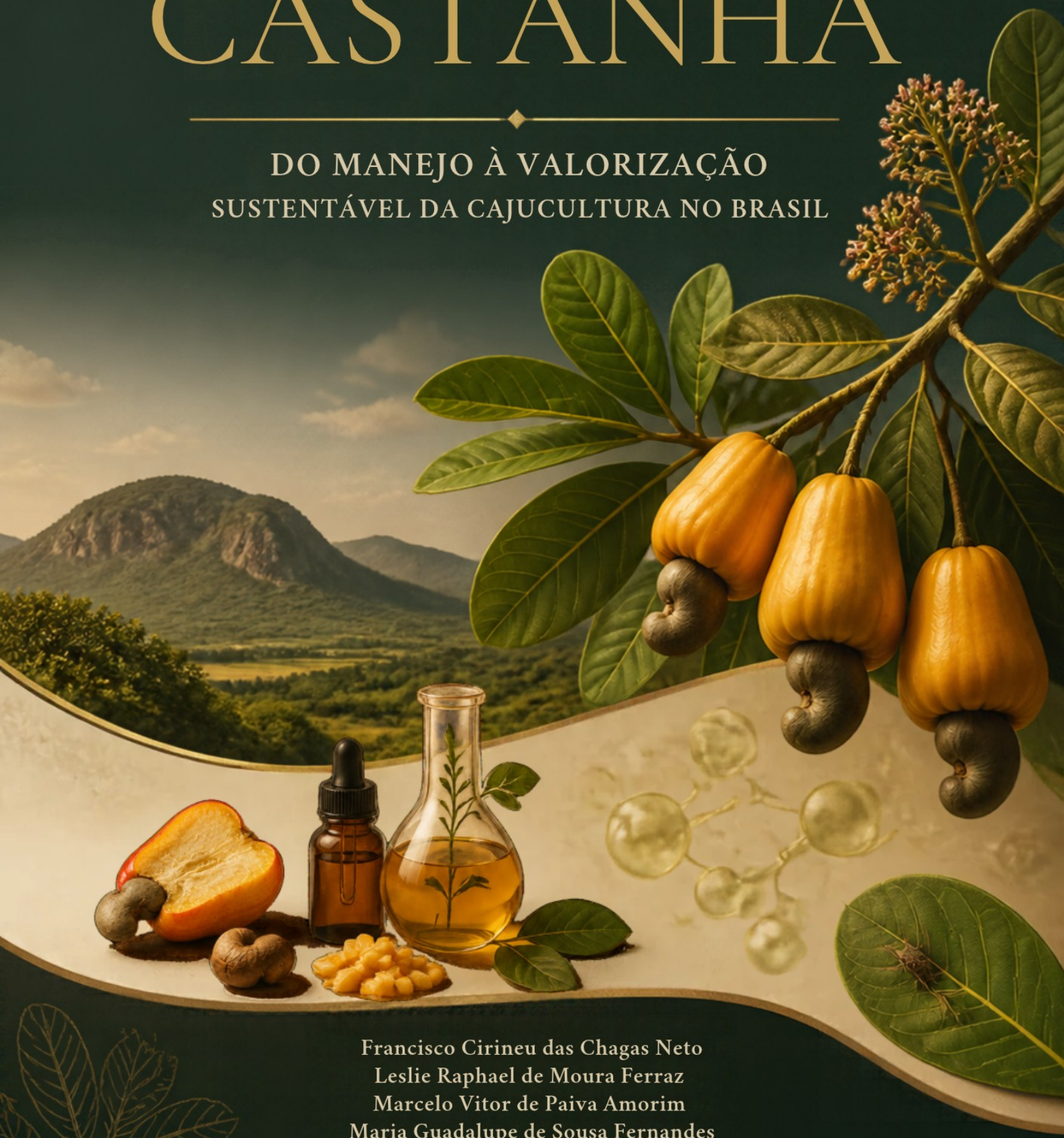
O CAJU ALÉM DA CASTANHA

DO MANEJO À VALORIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DA CAJUCULTURA NO BRASIL



Francisco Cirineu das Chagas Neto
Leslie Raphael de Moura Ferraz
Marcelo Vitor de Paiva Amorim
Maria Guadalupe de Sousa Fernandes
David Ilitch da Silva
Francisco Edson Alves do Nascimento Silva
Talita Magalhães Rocha

O CAJU ALÉM DA CASTANHA: DO MANEJO À VALORIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DA CAJUCULTURA NO BRASIL

Organizadores

Francisco Cirineu das Chagas Neto

Leslie Raphael de Moura Ferraz

Marcelo Vitor de Paiva Amorim

Maria Guadalupe de Sousa Fernandes

David Ilitch da Silva

Francisco Edson Alves do Nascimento Silva

Talita Magalhães Rocha

Gustavo da Penha de Paula

EDITORA IN VIVO

2026

2026 by Editora In Vivo
Copyright © Editora In Vivo
Copyright do Texto © 2026 O autor
Copyright da Edição © 2026 Editora In Vivo



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).
O conteúdo desta obra e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Editor Chefe
Dr. Everton Nogueira Silva
Editores Executivos
Profa. Dra. Juliana Paula Martins Alves
Dr. Éverton Pimentel Ferreira Lopes
Diretor Comercial e de Marketing
Hudson Rafael Marques Praxedes

1 CIÊNCIAS AGRÁRIAS
- Dr. Aderson Martins Viana Neto
- Dra. Ana Paula Bezerra de Araújo
- Dr. Arinaldo Pereira da Silva
- Dr. Aureliano de Albuquerque Ribeiro
- Dr. Cristian Epifanio de Toledo
- MSc. Edson Rômulo de Sousa Santos
- Dra. Elivânia Maria Sousa Nascimento
- Dr. Fágner Cavalcante P. dos Santos
- MSc. Fernanda Beatriz Pereira Cavalcanti
- Dra. Filomena Nádia Rodrigues Bezerra
- Dr. José Bruno Rego de Mesquita
- Dr. Kleiton Rocha Saraiva
- Dra. Lina Raquel Santos Araújo
- Dr. Luiz Carlos Guerreiro Chaves
- Dr. Luís de França Camboim Neto
-MSc. Maria Emília Bezerra de Araújo
- MSc. Yuri Lopes Silva

2 CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
- Dra. Antônia Moemia Lúcia Rodrigues Portela
- Dr. David Silva Nogueira
- Dr. Diego Lisboa Rios

3 CIÊNCIAS DA SAÚDE
- Dra. Ana Luiza Malhado Cazaux de Souza Velho
- Msc. Cibelle Mara Pereira de Freitas
- MSc. Fabio José Antônio da Silva
- Dr. Isaac Neto Goes Silva
- Dra. Maria Verônyca Coelho Melo
- Dra. Paula Bittencourt Vago
- MSc. Paulo Abílio Varella Lisboa
- Dra. Vanessa Porto Machado
- Dr. Victor Hugo Vieira Rodrigues

4 CIÊNIAS HUMANAS
- Dra. Alexsandra Maria Sousa Silva
- Dr. Francisco Brandão Aguiar
- MSc. Julyana Alves Sales
- Dra. Solange Pereira do Nascimento

5 CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
- Dr. Cícero Francisco de Lima
- MSc. Erivelton de Souza Nunes
- DR. Janaildo Soares de Sousa
- MSc. Karine Moreira Gomes Sales
- Dra. Maria de Jesus Gomes de Lima
- MSc. Maria Rosa Dionísio Almeida
- MSc. Marisa Guilherme da Frota
- Msc. Silvia Patrícia da Silva Duarte
- MSc. Tássia Roberta Mota da Silva Castro

6 CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
- MSc. Francisco Odécio Sales
- Dra. Irvila Ricarte de Oliveira Maia
- Dra. Cleoni Virginio da Silveira

7 ENGENHARIAS
- MSc. Amâncio da Cruz Filgueira Filho
- MSc. Eduarda Maria Farias Silva
- MSc. Gilberto Alves da Silva Neto
- Dr. João Marcus Pereira Lima e Silva
- MSc. Ricardo Leandro Santos Araújo
- MSc. Saulo Henrique dos Santos Esteves

9 LINGÜÍSTICA, LETRAS E ARTES.
- MSc. Kamila Freire de Oliveira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

C139

O caju além da castanha: do manejo à valorização sustentável da cajucultura no Brasil. [livro eletrônico]./ Organização: Francisco Cirineu das Chagas Neto, … [et al.]. Fortaleza: Editora In Vivo, 2026.
150 p.
Inclui referências.
Bibliografia.

ISBN: 978-65-82825-12-5
DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5

1. Caju. 2. Cajucultura. 3. Caju - valorização sustentável. I. Chagas Neto, Francisco Cirineu das. II. Ferraz, Leslie Raphael de Moura. III. Amorim, Marcelo Vitor de Paiva. IV. Silva, Francisco Edson Alves do Nascimento. V. Rocha, Talita Magalhães. VI. Paula, Gustavo da Penha de. VII. Silva, David Ilitch da. VIII. Título.

CDD 634.5738

Denise Marques Rodrigues – Bibliotecária – CRB-3/CE-001564/O

APRESENTAÇÃO

O cajueiro é, indiscutivelmente, um dos maiores símbolos da resiliência, da cultura e da força agrícola do Brasil. Há décadas, a cajucultura sustenta famílias e movimenta a economia nacional, sendo mundialmente reconhecida por sua joia mais famosa: a amêndoa da castanha-de-caju. No entanto, o verdadeiro potencial ecológico e econômico desta planta extraordinária transcende a sua semente. É exatamente essa vastidão de oportunidades que a obra **O caju além da castanha: do manejo à valorização sustentável da cajucultura no Brasil** se propõe a explorar com profundidade e rigor técnico.

Esta obra nasce da urgência de lançar um olhar integral e inovador sobre toda a cadeia produtiva. Historicamente, o pedúnculo — a parte suculenta e rica em nutrientes — tem enfrentado altos índices de desperdício, o que contrasta de maneira frontal com as demandas contemporâneas por aproveitamento alimentar e modelos de economia circular. Este livro atua como um divisor de águas para repensar esse cenário, demonstrando que a inovação científica e a responsabilidade ecológica devem caminhar juntas no campo.

Ao longo destas páginas, o leitor será conduzido por uma jornada técnica e inspiradora que se inicia no cuidado com o solo. Este livro aborda as melhores práticas de manejo agrícola da cajucultura, com o objetivo de garantir pomares mais saudáveis, resilientes e produtivos. A partir das raízes fincadas na terra, a discussão evolui organicamente para as etapas de transformação e mercado, revelando tecnologias, processos e estratégias modernas que promovem a verdadeira valorização sustentável de todas as partes da planta.

Mais do que um manual técnico de agricultura, este livro consolida um manifesto em prol do nosso patrimônio natural. Ele convoca estudantes, pesquisadores, agricultores e empreendedores a assumirem o protagonismo de uma nova era para a cajucultura brasileira, estruturada na inteligência de mercado e na sustentabilidade. Que a leitura que se segue seja capaz de germinar ideias disruptivas, inspirar práticas mais conscientes e revelar a você o valor inestimável, múltiplo e fascinante do caju.

Tenham uma boa leitura!

Capítulo 1 – DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-1

PROLOGO: A CAJUCULTURA NUMA PERSPECTIVA HISTÓRICA LOCO-NACIONAL.....05

Capítulo 2 – DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-2

APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL DO CAJUEIRO: POTENCIAL INDUSTRIAL DO CAJU E SEUS DERIVADOS – PARTE 1: CASTANHA & PSEUDOFRUTO (MAÇA DO CAJU).....24

Capítulo 3 – DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-3

APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL DO CAJUEIRO: POTENCIAL INDUSTRIAL DO CAJU E SEUS DERIVADOS – PARTE 2: BAGAÇO DO CAJU, PARTES AÉREAS, CASCAS E GOMA DO CAJUEIRO.....37

Capítulo 4 – DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-4

UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA AVALIAR AS PROPRIEDADES BIOLÓGICAS DOS EXTRATOS DAS FOLHAS DO ANACARDIUM OCCIDENTALE L.: ABORDAGEM INTEGRATIVA.....53

Capítulo 5 – DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-5

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E CITOTÓXICA DOS EXTRATOS DA FOLHA DE ANACARDIUM OCCIDENTALE: UMA REVISÃO INTEGRATIVA.....65

Capítulo 6 – DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-6

ATIVIDADES ANTIOXIDANTE E ANTI-INFLAMATÓRIA NAS FOLHAS DE ANACARDIUM OCCIDENTALE L.: UMA REVISÃO INTEGRATIVA.....77

Capítulo 7 – DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-7

EXTRATOS NATURAIS COMO UM CAMINHO PARA A SAÚDE E ECONOMIA SUSTENTÁVEL: O COMBATE ÀS PRAGAS DO CAJUEIRO.....90

Capítulo 8 – DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-8

EXTRATO NATURAL DE NIM: DA SABEDORIA POPULAR À ESTRATÉGIA NO CONTROLE DE PRAGAS DO CAJU.....103

Capítulo 9 – DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-9

EXTRATO DE ALHO: UMA ALTERNATIVA NATURAL PARA SAÚDE E CONTROLE DE PRAGAS.....115

Capítulo 10 – DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-10

ATIVIDADE INSETICIDA E REPELENTE NO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS: GÊNERO CYMBOPOGON (CITRONELA).....126

Capítulo 11 – DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-11

ATIVIDADE INSETICIDA E EFEITO REPELENTE DA MAMONA (RICINUS COMMUNIS L.): UMA ALTERNATIVA VEGETAL PARA O CONTROLE SUSTENTÁVEL DE PRAGAS AGRÍCOLAS.....136

PÁGINA 5. DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-1

PRÓLOGO: A CAJUCULTURA NUMA PERSPECTIVA HISTÓRICA LOCO-NACIONAL

Leslie Raphael de Moura Ferraz
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Instituto de Ciências da Saúde (ICS). Redenção/Ceará.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5100-2554

David Ilitch da Silva
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Instituto de Ciências da Saúde (ICS). Redenção/Ceará.
ORCID: https://orcid.org/0009-0006-3322-0124

Maria Guadalupe de Sousa Fernandes
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Instituto de Ciências da Saúde (ICS). Redenção/Ceará.
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-5177-4936

Emilly Dias Alves
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Instituto de Ciências da Saúde (ICS). Redenção/Ceará.
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-7606-3508

Palavras-chave:
Bioeconomia;
Caju;
Desenvolvimento sustentável;
Sustentabilidade;
Valorização.

RESUMO

Este prólogo visa analisar a cajucultura brasileira sob uma perspectiva histórica, socioeconômica, cultural e territorial, com ênfase no Nordeste brasileiro, no estado do Ceará e na Região do Maciço de Baturité. A pesquisa buscou compreender a evolução da cadeia produtiva do caju, sua importância para o desenvolvimento regional e os desafios associados à sustentabilidade e valorização dessa atividade. A metodologia consistiu em uma pesquisa de caráter descritivo e documental, baseada em revisão bibliográfica de estudos científicos, documentos institucionais e legislações, complementada pela análise de dados secundários provenientes de órgãos oficiais, como IBGE, SIDRA, IPECE, Ematerce e Embrapa. Também foram utilizados indicadores de produção, área cultivada, produtividade e impacto econômico para caracterizar a situação da cajucultura em diferentes escalas geográficas. Os resultados evidenciaram que a cajucultura desempenha papel estratégico na geração de emprego e renda. Principalmente a castanha, bem como o pedúnculo e derivados têm ampla relevância econômica. Na Região do Maciço de Baturité, a atividade mostrou-se fundamental para a economia local, embora marcada por desigualdades produtivas entre os municípios. Neste contexto, a cajucultura transcende sua dimensão produtiva, constituindo patrimônio histórico, cultural e socioeconômico do Nordeste brasileiro. O fortalecimento da cadeia produtiva requer investimentos em inovação, aproveitamento integral dos subprodutos, assistência técnica e valorização dos produtores, promovendo desenvolvimento sustentável, geração de renda e preservação das tradições locais.

PROLOGUE: CASHEW CULTIVATION IN A LOCAL-NATIONAL HISTORICAL PERSPECTIVE

ABSTRACT

This prologue aims to analyze Brazilian cashew cultivation from a historical, socioeconomic, cultural, and territorial perspective, with emphasis on Northeastern Brazil, the state of Ceará, and the Baturité Massif Region. The study sought to understand the evolution of the cashew production chain, its importance for regional development, and the challenges associated with the sustainability and valorization of this activity. The methodology consisted of a descriptive and documentary research approach based on a literature review of scientific studies, institutional documents, and legislation, complemented by the analysis of secondary data obtained from official institutions, such as the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), SIDRA, the Institute for Research and Economic Strategy of Ceará (IPECE), the Technical Assistance and Rural Extension Company of Ceará (Ematerce), and the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa). Indicators related to production, cultivated area, productivity, and economic impact were also used to characterize the status of cashew cultivation at different geographical scales. The results demonstrated that cashew cultivation plays a strategic role in employment and income generation. Cashew nuts, in particular, as well as the cashew apple and its derivatives, possess substantial economic relevance. In the Baturité Massif Region, the activity proved fundamental to the local economy, although marked by productive inequalities among municipalities. In this context, cashew cultivation transcends its productive dimension, constituting a historical, cultural, and socioeconomic heritage of Northeastern Brazil. Strengthening the production chain requires investments in innovation, the full utilization of by-products, technical assistance, and the appreciation of producers, thereby promoting sustainable development, income generation, and the preservation of local traditions.

Keywords:

Bioeconomy;

Cashew;

Sustainable Development;

Sustainability;

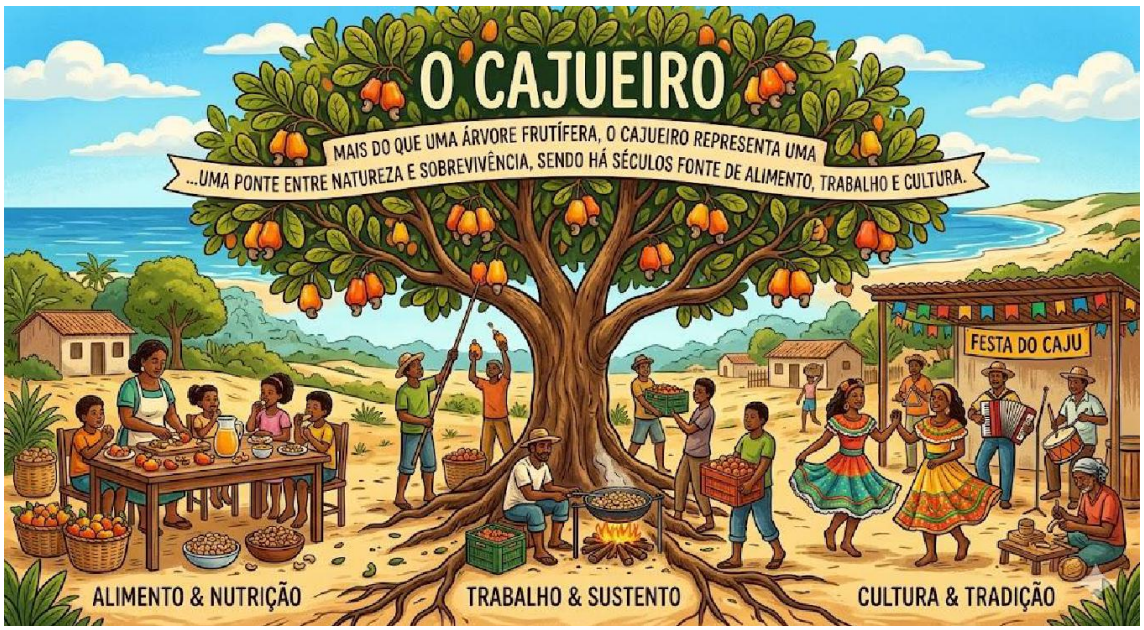
Value Addition.

1 PRÓLOGO: A CAJUCULTURA BRASILEIRA

A história da cajucultura se confunde com a própria identidade do Nordeste brasileiro. Registros históricos apontam que, quando os portugueses chegaram ao Brasil, já encontraram o litoral nordestino tomado por cajueiros — sinal inequívoco de sua presença ancestral entre os povos originários. Com o tempo, o reconhecimento desse valor histórico foi acompanhado por um interesse econômico crescente (Silva, 2020).

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), planta nativa do Brasil, tem sua provável origem nas faixas litorâneas nordestinas, de onde se espalhou para outras regiões tropicais do mundo. Sua ampla adaptação aos diferentes ecossistemas e o elevado valor comercial de sua amêndoa, uma das nozes mais consumidas no mercado mundial, fizeram dele não apenas um símbolo da flora brasileira, mas também um importante recurso econômico e social para populações de baixa renda (Cavalcanti; Neto; Barros, 2013) (figura 1).

Figura 1. Caju: fonte de alimento, sustento e tradição.



FONTE: imagem gerada com auxílio do Gemini®

Estudos recentes reforçam a capacidade de resiliência dessa espécie diante das adversidades climáticas. Costa (2022) observou que, mesmo em períodos de estiagem prolongada, o cajueiro manteve produtividade expressiva no Ceará, evidenciando sua adaptabilidade às irregularidades das chuvas. Essa característica, somada à sua habilidade de armazenar água no subsolo, a torna bastante ambientada às condições semiáridas. No contexto de um Nordeste marcado por secas recorrentes, o cajueiro se destaca como símbolo de resistência ecológica e, sobretudo, de esperança econômica, uma cultura que floresce justamente onde tantas outras não sobrevivem.

Outra característica é o cultivo secundário, entressafras, chamado de consórcio. Em sistemas de pequena agricultura familiar, o consórcio entre o cajueiro e culturas anuais é uma alternativa técnica sustentável e economicamente vantajosa. Como o cajueiro exige espaçamento amplo, essas entrelinhas são aproveitadas para plantar outras espécies agrícolas, conforme adaptabilidade ao sistema. Essa prática permite diversificar a produção, gerar renda na fase inicial e durante entressafras, além de melhorar a fertilização com resíduos das culturas consorciadas, reduzir custos, ajudar no controle de plantas daninhas e favorecer a estrutura do solo (EMBRAPA, 2023).

A história da cajucultura também remonta as políticas públicas do desenvolvimento sustentável brasileiro. O semiárido brasileiro, tantas vezes retratado como cenário de

carência, é, na verdade, espaço de engenhosidade e resistência. Seu povo, moldado pela escassez, é um dos mais inventivos do país, transformando desafios climáticos em oportunidades produtivas. A cajucultura é um dos exemplos mais expressivos dessa força: cultivada por cerca de 195 mil produtores, sendo 75% pequenos agricultores, a atividade gera aproximadamente 250 mil empregos diretos e indiretos por ano, consolidando-se como uma alternativa sólida para o desenvolvimento regional (Oliveira; Almeida, 2019) (figura 2).

Figura 2. Dados de produção e impacto da cajucultura brasileira.



FONTE: imagem gerada com auxílio do Gemini®

Além de sua relevância histórica, o cajueiro consolidou-se como importante ativo socioeconômico, especialmente no Nordeste brasileiro, onde a cultura do caju se tornou símbolo de resistência e identidade. Mais do que uma espécie nativa, o cajueiro é um símbolo de adaptação e força, um espelho do próprio povo nordestino, que aprendeu a florescer em meio às adversidades.

"*O sertanejo é, antes de tudo, um forte.*" — Euclides da Cunha, Os Sertões (1904).

Mas o caju transcende a economia. Ele é também cultura, identidade e memória. Seu fruto colorido é expressão de uma herança viva que conecta gerações e está presente em feiras, receitas e na arte cancioneiro Brasileiro. O cajueiro, símbolo de sombra e abundância, traduz o espírito do povo nordestino: firme nas raízes, generoso nos frutos. Por isso, discutir a cajucultura é também debater sobre patrimônio e pertencimento.

"A cajuína cristalina em Teresina" –

Trecho de "*Cajuína*", composição de Caetano Veloso

Cordeiro e Braga (2020) destacam que a cultura do cajueiro deveria ser reconhecida como patrimônio cultural imaterial do Brasil, tornando-se não apenas um produto agrícola, mas um atrativo turístico e cultural, que une gastronomia, história e identidade. Ao fortalecer o turismo cultural e valorizar os saberes tradicionais associados ao caju, o Nordeste reafirma sua vocação de terra fértil em trabalho e criatividade. A força do caju é também a força de quem o cultiva.

2 IMPACTO SOCIOECONÔMICO E CULTURAL

No manejo cuidadoso dos pomares, vê-se o diálogo entre tradição, conhecimento local e adaptação às condições do semiárido. De modo geral, os produtores se dividem em três perfis: a maioria realiza práticas básicas, como: poda, gradagem (destorroar e nivelar o solo), roça e limpeza; um grupo menor complementa essas ações com o controle de pragas, especialmente formigas; e alguns iniciantes limitam-se à limpeza do solo sob as copas, visando facilitar a colheita. O trabalho é majoritariamente familiar, com eventuais contratações de diaristas das próprias comunidades, o que reforça o papel social da atividade. As práticas seguem o ciclo das chuvas e secas: ao fim da estiagem, podam-se galhos secos e doentes; com as primeiras chuvas, o solo é preparado para os cultivos anuais, e durante a colheita, feita no período seco, ocorre a limpeza final e o beneficiamento dos frutos (Gamarra-Rojas; Silva; Vidal, 2017).

Os principais produtos e seus resíduos desse sistema são: a castanha, o pedúnculo, a goma do cajueiro e a biomassa fibrosa. Esta última pode ser usada como lenha, adubo e alimentação humana e animal, evidenciando o aproveitamento integral do cajueiro. Mais do que uma atividade agrícola, o manejo dos cajueiros representa uma prática cultural enraizada na vida sertaneja, transmitida entre gerações e essencial para a subsistência de muitas famílias. Ele sustenta economias locais, garante renda na entressafra e preserva laços comunitários (Gamarra-Rojas; Silva; Vidal, 2017).

O cajueiro é a única espécie cultivada de seu gênero e uma das mais amplamente disseminadas entre as plantas da família Anacardiaceae, que abrange centenas de espécies tropicais. Nativo do Nordeste brasileiro, o cajueiro é uma árvore perene, responsável pela produção de duas matérias-primas de alto valor: a amêndoa ou castanha e o pedúnculo

comestível ou pseudofruto, a "maçã do caju". Atualmente, seu cultivo ultrapassa 30 países e cobre mais de 6 milhões de hectares em todo o mundo.

O Brasil já ocupou a terceira posição mundial em área plantada (representando quase 20% do cultivo global) e o quinto lugar entre as nações com maior produção da castanha. Hoje o país figura na sexta posição (em área plantada) com cerca de 439,2 mil hectares, sendo 99,5% concentrados no Nordeste; e na décima terceira posição em relação à comercialização da noz. Essa retração se deve, principalmente, às estiagens severas entre 2012 e 2017, que reduziram a área de cultivo em aproximadamente 42% (Costa, 2022).

Além disso, é fundamental compreender os desafios enfrentados pelo cultivo e processamento do caju ao longo do tempo. Entre 2012 e 2019, a estiagem prolongada, associada a pragas e doenças como mosca branca, antracnose e oídio, causou a morte de muitas plantas e a redução das áreas cultivadas, representando uma perda de 32,6% no Ceará, 58,1% no Piauí e 60,3% no Rio Grande do Norte (IBGE/PAM, 2022 apud Brainer, 2022).

Embora ainda mantenha posição de destaque na cajucultura, a produtividade média brasileira ainda é inferior à de outros países produtores, alcançando menos da metade da média mundial (800 kg/hectares) (figura 3).

Figura 3. Panorama da cajucultura global e nacional: cultivo e desafios associados.



FONTE: imagem gerada com auxílio do Gemini®

Esse contraste evidencia tanto o potencial quanto os desafios da atividade: enquanto o Nordeste concentra quase toda a produção nacional, fatores climáticos, estruturais e tecnológicos ainda limitam seu desempenho. Apesar disso, a cajucultura

continua exercendo papel fundamental na economia e na cultura regional, sustentando milhares de famílias, gerando empregos e preservando tradições que ligam o cultivo do caju à identidade e à resistência, uma vez que as práticas de manejo do cajueiro no semiárido são, em grande parte, resultado do conhecimento tradicional aliado a técnicas de convivência com a seca (Queiroga et al., 2025).

3 POLÍTICAS PÚBLICAS ASSOCIADAS AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA CAJUCULTURA

O semiárido brasileiro, especialmente o Nordeste, é um ecossistema de contrastes férteis, não pela escassez, mas pela força criativa de seu povo. O clima quente e a irregularidade das chuvas moldaram não apenas a paisagem, mas também o caráter de quem nela vive: um povo resiliente, inventivo e profundamente conectado à terra. Longe de ser um espaço de carência, o Nordeste é território de superação e saberes tradicionais, onde o sertanejo transforma sol em trabalho, seca em oportunidade (Oliveira; Almeida, 2019).

A cajucultura nordestina tem raízes históricas profundas, ligadas às antigas políticas de exportação e à notável adaptação da planta ao clima semiárido. Desde o período colonial, o caju consolidou-se como uma das principais riquezas da região, não apenas pelo valor econômico da castanha e do pseudofruto, mas também por seu papel social na geração de empregos e renda, especialmente durante os meses de seca (Alves, 2025).

No Ceará, essa relevância foi reconhecida oficialmente pela Lei Estadual nº 15.042/2011, que instituiu o Dia Estadual do Caju, comemorado em 12 de novembro. A medida buscou ampliar a visibilidade da cajucultura e incentivar investimentos que promovessem o desenvolvimento rural e a valorização das comunidades produtoras (Alves, 2025). Uma outra expressão significativa dessa valorização é o Museu do Caju, localizado no município de Caucaia. O espaço é fruto da iniciativa de uma família simples, que enxergou no cajueiro não apenas uma fonte de sustento, mas também um poderoso instrumento de educação, identidade e memória coletiva.

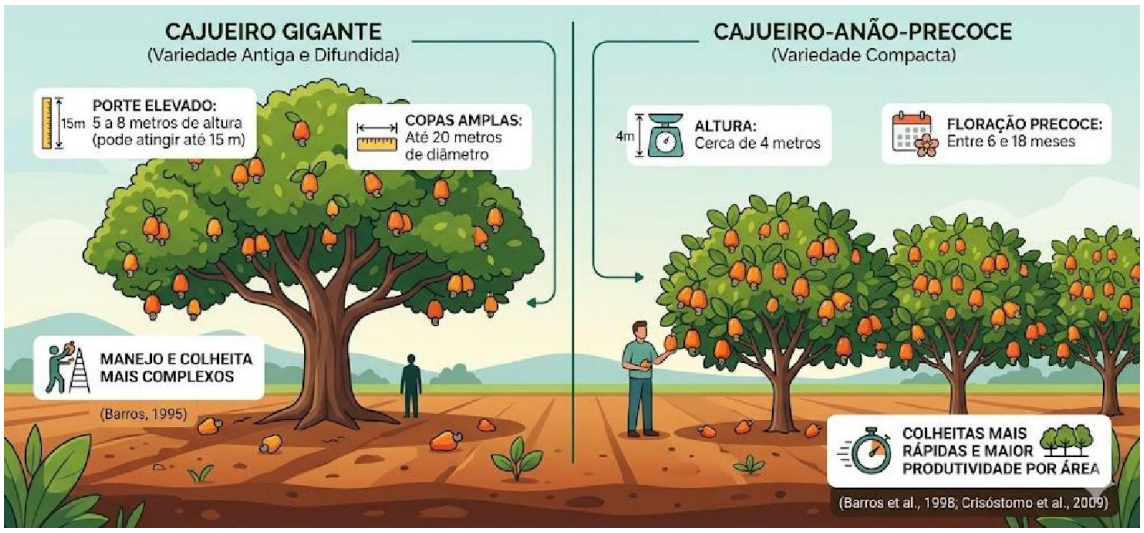
Nas últimas décadas, a cajucultura passou por uma verdadeira transformação tecnológica e produtiva. O cajueiro tradicional, também conhecido como gigante, foi por muito tempo a base da produção, caracterizando-se por árvores de grande porte, produtivas, mas de difícil manejo e colheita, além de demandarem mais espaço e tempo até frutificar. Já o cajueiro-anão-precoce, resultado de pesquisas da Empresa Brasileira de Pesquisa

Agropecuária (EMBRAPA) representa uma inovação que revolucionou o setor. Adaptado a pequenas áreas, de cultivo simples e colheita rápida, podendo frutificar já no primeiro ano , o cajueiro-anão alia praticidade e alta produtividade quando comparado ao cajueiro gigante (Oliveira; Almeida, 2019).

Essa iniciativa resultou em aumento da produtividade no tocante ao rendimento por hectare, representando um aumento de 142,2% no Piauí e 127,2% no Ceará, cujo estado concentra a produção brasileira de caju. Contudo, no Rio Grande do Norte, embora a produtividade tenha melhorado 136%, a produção caiu 6,3%, devido à grande perda de área cultivada causada pela seca (IBGE/PAM, 2022 apud Brainer, 2022).

O cajueiro gigante, mais antigo e difundido, apresenta porte elevado, variando entre 5 e 8 metros de altura, podendo atingir até 15 m, e copas amplas de até 20 metros de diâmetro, o que torna seu manejo e colheita mais complexos (Barros, 1995). Já o cajueiro-anão-precoce é uma variedade mais compacta, com cerca de 4 metros de altura e floração precoce entre 6 e 18 meses, o que garante colheitas mais rápidas e maior produtividade por área (Barros et al., 1998; Crisóstomo et al., 2009) (figura 4).

Figura 4. Comparação entre as variedades do cajueiro gigante (tradicional) e anão-precoce.



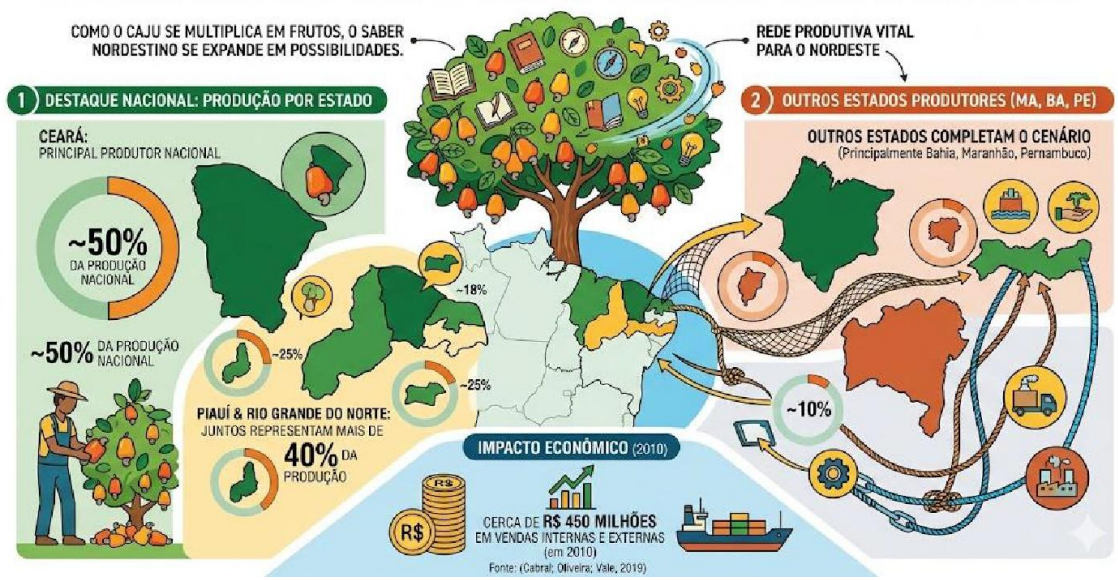
FONTE: imagem gerada com auxílio do Gemini®

A substituição gradual pelo anão-precoce reflete não apenas uma mudança técnica, mas uma resposta social e econômica às necessidades dos produtores do semiárido. Com menor custo de manejo, melhor aproveitamento do pedúnculo e maior densidade de plantio, o novo modelo permitiu ampliar a produção em áreas menores e gerar mais renda por hectare, fortalecendo a agricultura familiar. Essa transição marcou uma nova fase da

cajucultura nordestina: mais eficiente, moderna, sustentável, adaptada ao clima local e leal à valorização das tradições locais (Oliveira; Almeida, 2019).

Da mesma forma que o caju se multiplica em frutos, o saber nordestino se expande em possibilidades (figura 5). Neste sentido, hoje o estado do Ceará se destaca como o principal produtor de caju, responsável por cerca de 50% da produção nacional, seguido por Piauí e Rio Grande do Norte, que juntos representam mais 40%. Os demais estados nordestinos, principalmente Bahia, Maranhão e Pernambuco, completam o cenário, compondo uma rede produtiva vital para o Nordeste. Em 2010, essa cadeia movimentou cerca de R$ 450 milhões em vendas internas e externas (Cabral; Oliveira; Vale, 2019).

Figura 5. Rede produtiva do caju no Nordeste.



Fonte: imagem gerada com auxílio do Gemini®

4 IMPACTO DA CASTANHA E DOS DEMAIS PRODUTOS

A castanha, verdadeiro fruto do cajueiro, é o principal produto da cajucultura, de alto valor comercial e nutricional. É composta por camadas que protegem a amêndoa: o epicarpo é a casca externa; o mesocarpo, uma camada esponjosa que contém o Líquido da Casca da Castanha (LCC), uma substância cáustica e inflamável que vem sendo alvo de pesquisas sobre suas atividades farmacológicas; e o endocarpo, uma camada rígida que protege a amêndoa. Essa estrutura faz dessa noz uma fonte múltipla de subprodutos: a própria amêndoa, rica em proteínas, minerais e gorduras saudáveis que movimenta a

economia nacional e internacional; e o LCC que, por sua vez, tem alto valor industrial, sendo aplicado na produção de lubrificantes, tintas, inseticidas e produtos com propriedades antibacterianas e antifúngicas (Queiroga et al., 2025).

Além da castanha, o pseudofruto (pedúnculo) também possui enorme potencial. Consumido *in natura* (como "caju de mesa") e utilizado na produção de sucos, bebidas diversas como a cajuína, doces, polpas e alimentos *plant-based*, ele simboliza o vínculo entre a cajucultura e a gastronomia brasileira. Contudo, estima-se que cerca de 90% dos pedúnculos ainda sejam desperdiçados em campo, um desafio e, ao mesmo tempo, uma oportunidade para o desenvolvimento sustentável de novos produtos farmacêuticos, visando a exploração total da planta. Esse aproveitamento integral do cajueiro evidencia o papel estratégico da cajucultura na bioeconomia e na sustentabilidade rural (Saldanha, 2022; Queiroga et al., 2025).

Ademais, após a produção de bebidas e polpas, cerca de 75% do pedúnculo processado ainda é descartado. O resíduo produtivo, a "fibra de caju", é uma biomassa rica em lignina, hemicelulose, fibras alimentares, além de compostos funcionais e bioativos, como vitamina C. Contudo, ainda não encontra pleno aproveitamento industrial, embora estudos tenham mostrado a valorização deste subproduto para a obtenção de produtos farmacêuticos, cosméticos e outros biomateriais (Ferraz et al., 2026). Esse cenário revela a urgência de políticas públicas voltadas à agroindustrialização descentralizada, principalmente no contexto da economia solidária, garantindo o aproveitamento integral do alimento, incentivando tecnologias limpas, a economia circular e a formação de profissionais capacitados para atuar na ponta do processo (Souza, 2022).

O caju e seus derivados têm sido amplamente explorados na gastronomia. Seu uso em alimentos pode enriquecer preparações e promover benefícios à saúde, como melhora do trânsito intestinal e redução do colesterol, além de contribuir com a sustentabilidade (Saldanha, 2022). Um exemplo marcante é o trabalho de Souza (2022), onde, ao desenvolver um *macaron* com ingredientes derivados do caju, não apenas propõe uma inovação gastronômica, mas representa uma quebra simbólica de barreiras: insere um ingrediente tradicional do semiárido nordestino em uma preparação clássica da confeitaria europeia.

5 CAJUCULTURA NO CEARÁ

A produção de caju começou a ganhar destaque no cenário econômico ao longo do século XX, com crescimento expressivo da agroindústria. Esse cenário motivou, já na década

de 50, os primeiros plantios organizados no estado. Nas décadas seguintes, esse esforço foi complementado por políticas públicas de maior alcance (Silva, 2019). No final da década de 1960, incentivos do Fundo de Investimento do Nordeste fortaleceram ainda mais o setor (Silva, 2019; Brainer et al. 2022).

O primeiro interesse comercial de grande escala surgiu em torno do uso medicinal do LCC, sobretudo a partir de 1941, quando os Estados Unidos, em meio às restrições logísticas provocadas pela Segunda Guerra Mundial, passaram a buscar no Nordeste brasileiro uma alternativa ao LCC que antes importavam da Índia. A partir dessa demanda internacional, o produto ganhou status estratégico (Brainer et al., 2022; EMBRAPA,2023). Posteriormente, o foco comercial deslocou-se para a Amêndoa da Castanha-de-Caju (ACC), cuja valorização nos mercados internacionais impulsionou a expansão dos plantios organizados, principalmente no Ceará (Silva, 2020).

Apesar da lógica da colonização exploratória dos recursos naturais do Brasil, hoje essa herança representa uma fonte significativa de trabalho e renda para pequenos e grandes produtores e indústrias alimentícias em regiões do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, majoritariamente (figura 1). Isso ratifica o impacto cultural, socioeconômico e ambiental da cajucultura nordestina (Aguiar et al., 2016; SILVA, 2020).

Dados recentes indicam uma tendência de recuperação da cajucultura nos estados analisados (Tabela 1). Em 2024 e 2025, observou-se um aumento da área plantada nesses estados, refletindo os efeitos cumulativos das políticas públicas de reestruturação produtiva iniciadas após a crise de 2012 a 2019 (SIDRA, 2025).

Tabela 1. Área plantada por ano da safra em termos de produção de castanha de caju.

CASTANHA-DE-CAJU		
Hectares (ha) plantados		
NORDESTE	Ano da safra	
	2024	2025
Ceará	282.596 ha	286.471 ha
Piauí	75.987 ha	77.054 ha
Rio Grande do Norte	62.070 ha	62.588 ha
Bahia	16.000 ha	16.000 ha
Maranhão	8.691 ha	7.856 ha
Pernambuco	2.287 ha	2.208 ha
Paraíba	2.191 ha	2.120 ha
Alagoas	628 ha	641 ha
Sergipe	-	-

FONTE: adaptado de SIDRA - IBGE, 2025.

Esse crescimento sugere que os investimentos em mudas de cajueiro-anão-precoce e o fortalecimento da assistência técnica vêm contribuindo para a retomada da produção, especialmente no Ceará, que continua à frente da produção nacional destacando-se não apenas em números, mas também em ações voltadas à valorização histórica e cultural do caju, como veremos a seguir (Vidal, 2021).

6 CAJUCULTURA NA REGIÃO DO MACIÇO DE BATURITÉ

A Região do Maciço de Baturité (RMB) é uma macrorregião cearense composta por 13 municípios: Acarape, Aracoiaba, Aratuba, Barreira, Baturité, Capistrano, Guaramiranga, Itapiúna, Mulungu, Ocara, Pacoti, Palmácia e Redenção. Localizado a cerca de 100 Km da capital Fortaleza, ocupa cerca de 3.700 km2, representando quase 2,5% do estado. Em 2017, estimava-se uma população de 242.385 indivíduos – aproximadamente 2,7% da população cearense –, sendo as cidades mais populosas: Baturité, Redenção, Aracoiaba e Ocara; nesta ordem. Aqui, destaca-se a agropecuária como a principal atividade geradora de empregos formais (IPECE, 2017) (figura 6).

Figura 6. Panorama da cajucultura na Região do Maciço de Baturité, no estado do Ceará.



Fonte: imagem gerada com auxílio do Gemini®

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os dados de produção agrícola da RMB entre os anos de 2019 a 2023 revelam um cenário complexo, marcado por oscilações expressivas da produtividade, área colhida e valor da produção entre

os municípios. Essa variação reflete não apenas as condições climáticas e estruturais da região, mas também aspectos como manejo, políticas públicas de incentivo e organização da cadeia produtiva (IBGE, 2023).

A cajucultura desempenha um papel central na economia dos municípios pertencentes à RMB, especialmente em Acarape e Barreira. Conforme dados de 2021 da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (Ematerce), há aproximadamente 2.500 produtores de caju na região, cultivando uma área de 4.350 hectares de cajueiro anão-precoce e 6.600 hectares de cajueiro-gigante ou comum (MOVE CEARÁ, 2021).

A comercialização da colheita, que inclui tanto a castanha de caju quanto o pedúnculo, abastece as agroindústrias de sucos e polpas de frutas e de beneficiamento de castanhas situadas em municípios como Redenção, Barreira, Pacajus, Baturité e Fortaleza. A castanha, vendida em sua forma "*in natura*", é comercializada por cerca de R$ 6,00 o quilo, chegando a cerca de R$ 50-80 torrada, enquanto o pedúnculo, utilizado principalmente na produção de polpas, tem o preço de R$ 20,00 por caixa de 25 quilos. Um dos aspectos mais relevantes da cajucultura na região é o perfil empreendedor de muitos produtores, que vão além da simples comercialização da matéria-prima. Em diversas propriedades, pequenos empreendimentos transformam o caju em subprodutos, como polpa, amêndoas flavorizadas, bebidas alcoólicas, cajuína, biscoitos; agregando valor à produção e ampliando as oportunidades de geração de renda (MOVE CEARÁ, 2021).

De acordo com a Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Trabalho do Estado do Ceará, a castanha de caju representa um dos principais produtos do agronegócio cearense, com significativo impacto econômico. Em 2021, as exportações de castanha alcançaram o valor de US$ 90,2 milhões, conforme dados da Federação da Agriculta e Pecuária do Ceará (Faec), evidenciando sua importância como carro-chefe das exportações do setor (MOVE CEARÁ, 2021).

Ocara se destaca como o maior produtor regional de castanha de caju. Mesmo com variações de produtividade, o município mantém uma média elevada de rendimento (entre 253 e 447 kg/ha), com valores de produção que ultrapassam consistentemente os R$ 15 milhões anuais. Essa robustez produtiva pode estar relacionada à grande área colhida (superior a 13 mil hectares). Barreira também se apresenta como um polo importante da cajucultura, com valores de produção interessantes, alcançando R$ 27 milhões em 2021 com um rendimento médio de 472 kg/ha, revelando um possível pico técnico na condução da

lavoura. Contudo, observa-se uma queda acentuada nos anos seguintes, com o rendimento caindo para 175 kg/ha em 2023 (IBGE, 2023).

Em Redenção, 46,34% da atividade econômica municipal é oriunda do setor agropecuário, segundo dados de 2018 do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Dados de 2022 e 2023 evidenciaram rendimentos altos quando comparado às outras cidades da RMB (9.000 e 10.000 kg/ha, respectivamente), mas com áreas de apenas 2 e 6 hectares. Além da cajucultura, o município se destaca pela produção de banana, suínos e ovos de galinha, consolidando-se como um polo agrícola diversificado (MOVE CEARÁ, 2021; IBGE, 2023).

Outras cidades, como Capistrano (com 35,83% da economia ligada à agropecuária), Palmácia, Mulungu, Aratuba e Pacoti, também exercem papel relevante na produção agrícola regional, com destaque para o cultivo do caju (MOVE CEARÁ, 2021). Assim, a cajucultura não apenas sustenta economicamente milhares de famílias, como também movimenta cadeias produtivas locais e internacionais, reafirmando sua importância estratégica para o desenvolvimento socioeconômico do Maciço de Baturité.

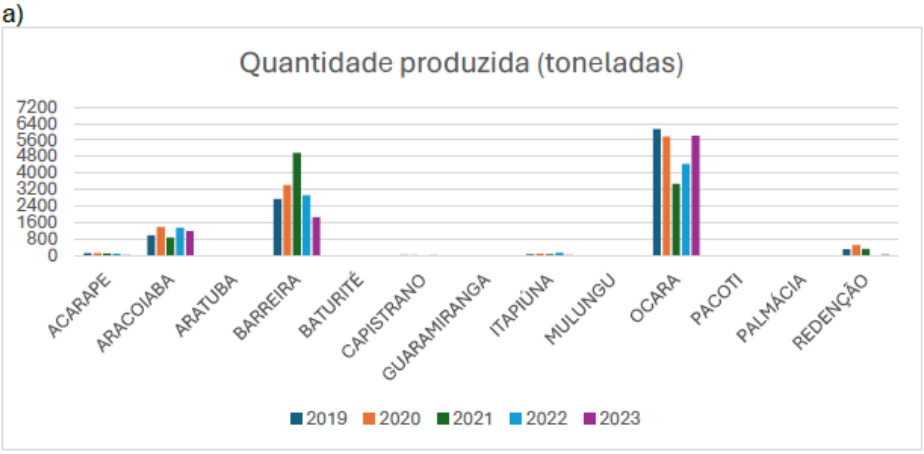
Aracoiaba apresenta uma produção cajueira volumosa, com destaque para 2020, ano em que obteve 1.394 toneladas e rendimento de 336 kg/ha. Entretanto, o município também experimentou oscilações relevantes, com uma queda para 887 toneladas em 2021. No outro extremo, municípios como Palmácia, Pacoti, Mulungu e Aratuba têm produção mais modesta. Em Palmácia, por exemplo, a produção variou de 1 a 2 toneladas por ano, com áreas colhidas de apenas 6 hectares (IBGE, 2023).

Em Acarape e Baturité, a produção de caju mostrou tendência de queda acentuada, especialmente em 2023, com redução drástica no rendimento médio. Acarape passou de 342 kg/ha em 2020 para apenas 86 kg/ha em 2023. Já em Itapiúna e Capistrano, verificou-se um desempenho mais estável. Itapiúna, por exemplo, teve seu melhor ano em 2022, com rendimento médio de 379 kg/ha, mas viu uma forte queda para 113 kg/ha em 2023 (IBGE, 2023).

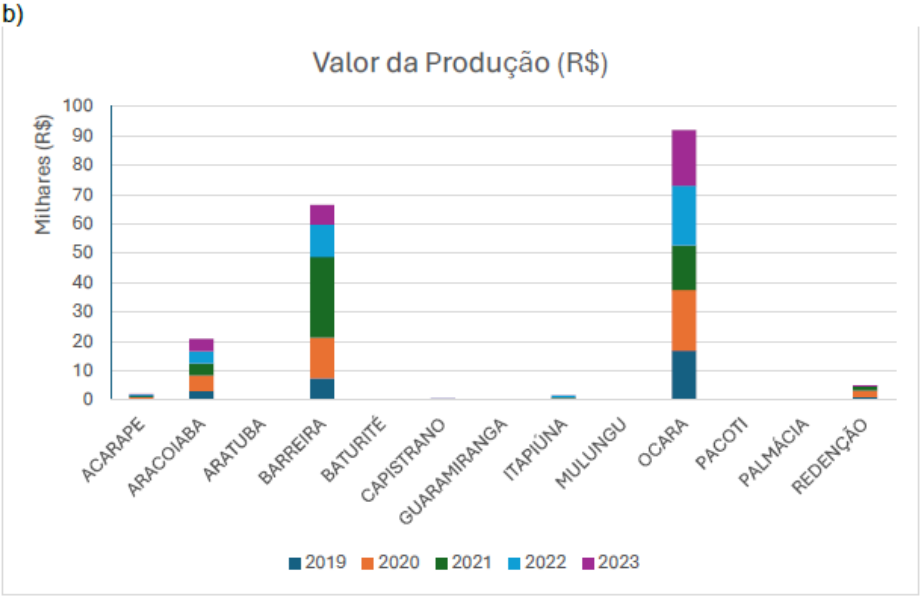
Por fim, é necessário destacar a ausência de dados para Guaramiranga, o que pode indicar a inexistência de produção comercial ou a subnotificação de dados oficiais. Isso reforça a desigualdade territorial da cajucultura no Maciço, que parece concentrada em alguns polos consolidados (Ocara, Barreira, Aracoiaba), enquanto é incipiente em outros municípios (IBGE, 2023).

Figura 7 . Sumarização dos dados relacionados à cajucultura na Região do Maciço de Baturité quanto: a) Quantidade produzida (toneladas); b) Valor da produção (em milhares de reais) e c) Rendimento médio (Kg/hectares).

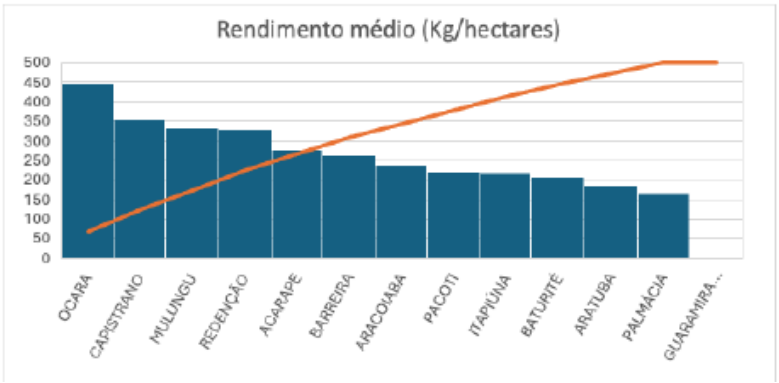
a)



b)



c)



Fonte: adaptado de IBGE, 2023.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, é necessário repensar a forma como a cadeia produtiva é estruturada e valorizada. Afinal, a cajucultura no Nordeste, e especialmente no Ceará, vai além de sua relevância produtiva. O caju é ao mesmo tempo planta, símbolo, sustento e potencial. Inovar sem romper com a tradição, valorizar o pequeno produtor sem excluir o grande projeto e garantir que cada parte do fruto encontre um destino útil, saudável e sustentável. O fortalecimento da cajucultura, portanto, significa mais do que crescimento econômico: representa a valorização de um patrimônio nacional que combina história e futuro, arte e sabor, trabalho e oportunidade.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Rairam Fernandes de; et al. O caju: matéria prima da cajuína e importante fonte de renda de pequenas famílias agricultoras de Barreira/CE. Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v.1, n. 1, p.1, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/42702/1/2016_resumo_eve_rfaguiar.pdf . Acesso em: 14 de jul. 2025.

ALVES, Gabriel Leite. Impacto da atuação de uma cooperativa de beneficiamento de caju em assentamentos rurais do Ceará. 2025. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2025. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/80298/1/2025_tcc_glalves.pdf. Acesso em: 29 de set. 2025.

BESSA, Marcos JC. Arranjos produtivos locais de castanha de caju: uma análise comparativa entre os Estados do Ceará e Rio Grande do Norte. 2020. 162 f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas), Universidade de Fortaleza-UNIFOR, Fortaleza/CE, 2007. Disponível em: https://www.cidades.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/12/2012/04/apl_cajucultura_dissertacao.pdf. Acesso em: 14 de jul. 2025.

BRAINER, Maria Simone de Castro Pereira. Cajucultura. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 7, n. 230, p. 1-19, 2022. Disponível em: https://bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1328/1/2022_CDS_230.pdf. Acesso em: 14 de jul. 2025.

CAVALCANTI, José Jaime Vasconcelos; NETO, FC Vidal; BARROS, L. de M. Avanços, desafios e novas estratégias do melhoramento genético do cajueiro no Brasil. **Melhoramento Genético de Plantas no Nordeste**. Embrapa. Brasília. Brazil, p. 151-174, 2013. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Jose-Cavalcanti/publication/360210035_Avancos_desafios_e_novas_estrategias_do_melhoramento_genetico_do_cajueiro_no_Brasil/links/6269a9e06a39cb1180df3d44/Avancos-desafios-e-novas-estrategias-do-melhoramento-genetico-do-cajueiro-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 29 de set. 2025.

CEARÁ. Lei nº 15.042, de 18 de novembro de 2011. Institui o Dia do Caju no Estado do Ceará. **Diário Oficial do Estado do Ceará**, Fortaleza, CE, 18 nov. 2011. Disponível em: < https://belt.al.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/agropecuaria/item/download/1794_9fdfe01afb4e1c252590111bd1dc6b24>. Acesso em: 29 de set. 2025.

CEARÁ. **Lei nº 15.042, de 18 de novembro de 2011**. Institui o Dia do Caju no Estado do Ceará. *Diário Oficial do Estado do Ceará*, Fortaleza, CE, 18 nov. 2011. Disponível em: < https://belt.al.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/agropecuaria/item/download/1794_9fdfe01afb4e1c252590111bd1dc6b24>. Acesso em: 7 ago. 2025.

COSTA, Aurinete de Nascimento Martins. Impactos da instabilidade pluviométrica na cajucultura do Ceará entre 1988 e 2019. 2022. 102 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Disponível em: < https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/69126/3/2022_tcc_anmcosta.pdf>. Acesso em: 01 de out. 2025.

CRISÓSTOMO, Lindbergue Araújo et al. Cajueiro-anão precoce. Adubando para alta produtividade e qualidade: Frutíferas tropicais do Brasil. Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 50-69, 2009. Disponível em: < https://www.ipipotash.org/udocs/FRUTEIRAS_3_Cajueiro.pdf>. Acesso em: 29 de set. 2025.

CUNHA, Euclides da. **Os sertões**. 2°ed. Rio de Janeiro, RJ. [Laemmert & Cia] 1903. Disponível em: https://digital.bbm.usp.br/bitstream/bbm/4778/1/005958_COMPLETO.pdf. Acesso em: 07 de out. 2025.

DA COSTA CORDEIRO, Joselma; DE SOUZA BRAGA, Solano. A importância econômica e cultural do cajueiro (Anacardium occidentale): símbolo de identidade nordestina. Gastronomia e vinhos: contributos para o desenvolvimento sustentável do turismo Estudos de Caso–Brasil e Portugal. 2. ed. Caxias do Sul, RS, 2020. p. 1-316. Disponível em:< https://www.researchgate.net/profile/Pedro-Cesar/publication/345984642_Gastronomia-e-vinhos-contributos-para-o-desenvolvimento-sustentavel-do-turismo-estudos-de-caso-brasil-e-portugal/links/5fb41894a6fdcc9ae05ea061/Gastronomia-e-vinhos-contributos-para-o-desenvolvimento-sustentavel-do-turismo-estudos-de-caso-brasil-e-portugal.pdf#page=104>. Acesso em: 29 de set. 2025.

GOMES DA SILVA, Silvia Heleny; MONTEIRO DE OLIVEIRA, Christian Dennys. A CULTURA ALIMENTAR DO CAJU NO NORDESTE BRASILEIRO: POR UMA GRAMÁTICA HUMANISTA DO PALADAR. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros Seção Três Lagoas**, [S. l.], v. 1, n. 40, p. 42–63, 2025. DOI: 10.55028/agb-tl.v1i40.18620. Disponível em: https://periodicos.ufms.br/index.php/RevAGB/article/view/18620.

Embrapa Agroindústria Tropical. ***Consorciação de culturas com o cajueiro.*** [*S. I.*], [2024?]. Disponível em:

<https://www.atermaisdigital.cnptia.embrapa.br/web/caju/consorciacao?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 7 ago. 2025.

FERRAZ, Leslie Raphael de Moura; UCHÔA, Kéthelly Rocha; CAPISTRANO, Fátima Larissa Dias; FERREIRA, Alesandro Silva; LIMA, Crislen Nogueira; COSTA, Salvana Priscylla Manso. Industrial Potential of Cashew Apple Bagasse: A Systematic Review of its Pharmaceutical Appeal and Biosustainability. Waste and Biomass Valorization. DOI: 10.1007/s12649-026-03656-2

GAMARRA-ROJAS, Guillermo; SILVA, Nielsen Christianni Gomes da; VIDAL, Maria Sarah Cordeiro. Contexto,(agricultura e interação no agroecossistema, familiar do caju no semiárido brasileiro. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 14, n. 3, p. 315-338. set/dez. 2017. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/51755/1/2017_art_ggamarrarojas.pdf. Acesso em: 01 de out. 2025.
IBGE. IBGE | Portal do IBGE. Rio de Janeiro, [2025?]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>.

IPECE. INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. Perfil das regiões de planejamento: Maciço de Baturité – 2017. Disponível em: . http://www2.ipece.ce.gov.br/estatistica/perfil_regional/2017/PR_Macico_de_Baturite_2017.pdfAcesso em: 25 de outubro de 2025.

MARTINS, Gabriell de Carvalho Cabral et. al. MANTEIGA DE CAJU: O SABOR DOCE DO BRASIL. **REVISTA DE GASTRONOMIA**, Três Rios, v. 1, n. 2, p. 1-13, 2018. DOI: . Disponível em: https://doi.org/10.5281/zenodo.14007733https://seer.uniacademia.edu.br/index.php/revistadegastronomia/article/view/1888. Acesso em: 01 de out. 2025.
MOVE CEARÁ. Cajucultura se destaca nos municípios do Maciço de Baturité – Move Ceará. Baturité, 2019. Disponível em: <https://moveceara.com.br/2022/03/21/cajucultura-se-destaca-nos-municipios-do-macico-de-baturite/>.

OLIVEIRA, Noelma Carme Gondim de; ALMEIDA, Carlos Alano Soares de. **Alternativas econômicas para a cultura do caju: um estudo no município de Aracati/CE**. 2019. 8 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/4645/1/NeolmaCGO_ART.pdf. Acesso em: 01 de out. 2025.

QUEIROGA, Vicente de Paula et al. **Tecnologias de Plantio para os Produtores do Rio Grande do Norte**. 1. ed. Natal, RN, 2025. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Nouglas-Mendes-2/publication/388352540_Cajueiro_Anacardium_occidentale_L_anao_precoce_clone_CCP_76_Tecnologias_de_plantio_para_os_produtores_do_Rio_Grande_do_Norte/links/679387e196e7fb48b99bb3d8/Cajueiro-Anacardium-occidentale-L-anao-precoce-clone-CCP-76-Tecnologias-de-plantio-para-os-produtores-do-Rio-Grande-do-Norte.pdf. Acesso em: 29 de set. 2025.

SALDANHA, Gecyene Rodrigues do Nascimento. **Processamento de fibra de caju por extração de substâncias solúveis seguida de secagem para aplicação como**

ingrediente em produto plant-based. Fortaleza. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/68822/7/2022_dis_grnsaldanha.pdf. Acesso em: 15 de jul. 2025.
SIDRA – IBGE: Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Rio de Janeiro, [2025?]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/lspa/tabelas>. Acesso em: 15 de jul. 2025.

SILVA, Elder Batista da. **O território da cajucultura familiar cearense no início do século XXI**. 2020. 226 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico ou Profissional em 2020) - Centro de
Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2020. Disponível em: http://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=96153.

SILVA, Renata de Araújo. **Sustentabilidade dos produtores de castanha de caju no litoral norte cearense**. 2019. 108 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: . Acesso em: 14 de jul. https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/56429/5/2019_dis_rasilva.pdf2025.

SOUZA, Eduarda Garcia do Nascimento. **Valorização do caju na alta confeitaria francesa: o macaron**. 2022. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Gastronomia) - Instituto de Cultura e Arte, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/65966/3/2022_tcc_egnsouza.pdf. Acesso em: 14 de jul. 2025.

VIDAL, Maria de Fatima. PRODUÇÃO COMERCIAL DE FRUTAS NA ÁREA DE ATUAÇÃO DO BNB. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 6, n. 168, p. 1-14, 2024. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/revista/cse/article/view/2791. Acesso em: 7 ago. 2025.

PÁGINA 24. DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-2

APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL DO CAJUEIRO: POTENCIAL INDUSTRIAL DO CAJU E SEUS DERIVADOS – PARTE 1: CASTANHA & PSEUDOFRUTO (MAÇA DO CAJU)

Leslie Raphael de Moura Ferraz
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Instituto de Ciências da Saúde (ICS). Redenção/Ceará.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5100-2554

Maria Guadalupe de Sousa Fernandes
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Instituto de Ciências da Saúde (ICS). Redenção/Ceará.
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-5177-4936

Crislen Nogueira Lima
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Instituto de Ciências da Saúde (ICS). Redenção/Ceará.
ORCID: https://orcid.org/0009-0007-6179-6726

Fatima Larissa Dias Capistrano
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Instituto de Ciências da Saúde (ICS). Redenção/Ceará.
ORCID: https://orcid.org/0009-0007-3393-0430

David Ilitch da Silva
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Instituto de Ciências da Saúde (ICS). Redenção/Ceará.
ORCID: https://orcid.org/0009-0006-3322-0124

Jeysa Dayane Coelho Nobre
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Instituto de Ciências da Saúde (ICS). Redenção/Ceará.
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-5118-7987

Emmanuel de Souza Lima
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Instituto de Ciências da Saúde (ICS). Redenção/Ceará.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6882-3420

RESUMO

O cajueiro, símbolo ecológico, cultural e econômico do Nordeste brasileiro, apresenta um vasto potencial biotecnológico e farmacêutico que vai muito além da castanha, tradicional carro-chefe da cajucultura. A noz e o pseudofruto constituem fontes ricas de nutrientes, compostos bioativos e insumos estratégicos para as indústrias alimentícia, cosmética, farmacêutica e biotecnológica. No Nordeste, responsável por aproximadamente 99% da produção nacional, o aproveitamento integral do cajueiro representa não apenas geração de renda e fortalecimento de cadeias produtivas locais, mas também uma oportunidade concreta de impulsionar a economia circular, reduzir desperdícios e fomentar inovação. A castanha se destaca pelo valor comercial e nutricional, enquanto o pseudofruto pela abundância de vitamina C, carotenoides e polifenóis. Assim, a cajucultura desponta como vetor de desenvolvimento sustentável, tecnológico e social, colocando o Nordeste como protagonista nacional e internacional na produção de insumos naturais de alto valor agregado, a economia circular da região, fortalecendo o empreendedorismo local e promovendo o crescimento de produtores de diferentes portes.

Palavras-chave:
Caju;
Castanha;
Bioeconomia;
Desenvolvimento sustentável;
Pseudofruto.

SUSTAINABLE USE OF THE CASHEW TREE: INDUSTRIAL POTENTIAL OF CASHEW AND ITS DERIVATIVES – PART 1: CASHEW NUT & PSEUDOFRUIT (CASHEW APPLE)

ABSTRACT

The cashew tree, an ecological, cultural, and economic symbol of Northeast Brazil, presents vast biotechnological and pharmaceutical potential that goes far beyond the cashew nut, the traditional flagship product of cashew cultivation. The nut and the cashew apple constitute rich sources of nutrients, bioactive compounds, and strategic inputs for the food, cosmetic, pharmaceutical, and biotechnological industries. In the Northeast, responsible for approximately 99% of national production, the full utilization of the cashew tree represents not only income generation and the strengthening of local production chains, but also a concrete opportunity to boost the circular economy, reduce waste, and foster innovation. The cashew nut stands out for its commercial and nutritional value, while the cashew apple is abundant in vitamin C, carotenoids, and polyphenols. Thus, cashew cultivation emerges as a vector of sustainable, technological, and social development, positioning the Northeast as a national and international protagonist in the production of high-value-added natural inputs. This boosts the region's circular economy, strengthens local entrepreneurship, and promotes the growth of producers of different sizes.

Keywords:
Cashew apple;
Cashew nut;
Bioeconomy;
Sustainable development;
Pseudofruit.

1 INTRODUÇÃO

O crescente interesse pelo desenvolvimento sustentável nos setores farmacêutico e biomédico tem estimulado o aproveitamento de resíduos provenientes do processamento de recursos naturais. O uso desses subprodutos, frequentemente descartados de maneira imprópria e/ou comercializados com baixo valor econômico agregado, é uma alternativa promissora para a obtenção de produtos farmacêuticos e biomateriais inovadores ou que apresentem inovações, com menor impacto ambiental (Reguengo et al., 2022; Ungureanu; Vlăduţ; Biriş, 2022).

Substâncias bioativas encontradas em resíduos de produtos naturais, podem ser extraídas e utilizadas na obtenção industrial de medicamentos, cosméticos e outros biomateriais. Essas estratégias incentivando a aproveitamento dos recursos e fomentando uma bioeconomia circular regional, o empreendedorismo local e o desenvolvimento socioeconômico da região (Cruz Reina et al., 2022; Ungureanu; Vlăduţ; Biriş, 2022).

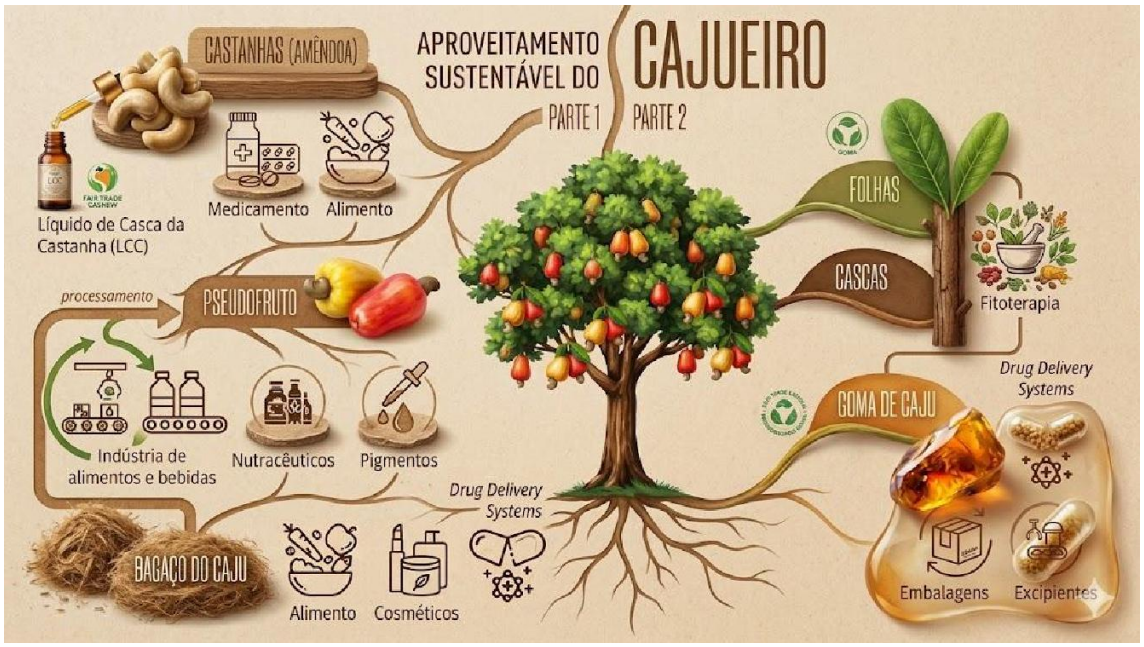
A capacidade de subprodutos como cascas de frutas, resíduo de cana-de-açúcar, bagaços de frutas, folhas descartadas e até subprodutos da indústria pesqueira de tornarem-se fontes potenciais de compostos bioativos tem sido amplamente explorada por empresas farmacêuticas. Essa utilização proporciona avanços significativos para a pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) de produtos de interesse à saúde (Anoopkumar. et al., 2024; Fazal et al., 2023; Reguengo et al., 2022).

O *Anacardium occidentale* L. é uma planta tropical que pertence a família Anacardiaceae, conhecida popularmente como cajueiro. A cajucultura ocorre principalmente no Nordeste brasileiro e possui grande impacto socioeconômico devido à geração de renda e ao valor mercadológico da castanha, cuja representa apenas 10% do peso total do caju. O restante é representado pelo pseudofruto, pedúnculo ou "maçã do cajueiro" (Saldanha, 2022).

Mais de 110 mil toneladas de caju são constantemente utilizadas para a produção de sucos, polpas, doces; enquanto a castanha, principal produto, é vastamente exportada. Por outro lado, os resíduos produtivos e outras partes da planta são descartados ou utilizados como adubo e na alimentação animal; contudo, com baixo valor econômico agregado (Brainer; Vidal, 2020; MOVE CE, 2026). Estima-se que aproximadamente 22,2 mil toneladas de bagaço de caju sejam desperdiçadas, representando uma oportunidade perdida para a valorização e reutilização destes recursos (EMBRAPA, 2021).

Os capítulos 1 e 2 apresentam evidências científicas que abordam o uso das diversas partes do cajueiro e seus resíduos produtivos como matérias-primas e fontes de insumos para o desenvolvimento sustentável de produtos farmacêuticos, biotecnológicos e biomateriais (Figura 1). O propósito foi discutir e explorar os potenciais usos farmacêuticos e biotecnológicos das partes do cajueiro, estimulando a PD&I, maximizando o aproveitamento dos recursos disponíveis e fomentando o desenvolvimento socioeconômico.

Figura 1. Resumo ilustrativo do aproveitamento sustentável do cajueiro e suas partes.



Fonte: Autoria própria (com uso da plataforma online de design Canva®)

2 METODOLOGIA

Este capítulo consiste em uma revisão de literatura, de caráter descritivo, a fim de avaliar o aproveitamento industrial das diferentes partes do cajueiro e de seu subprodutos. A pesquisa abrange uma ampla diversidade de fontes, incluindo artigos científicos e trabalhos acadêmicos, selecionados a partir das bases de dados ScienceDirect, PubMed, Google Scholar e BIREME (Biblioteca Virtual em Saúde). Como Para a busca foram utilizados termos relacionados às diferentes partes da planta, como "caju", "castanha de caju" ou "folhas de cajueiro". Foram selecionadas as publicações entre 2015 e 2026 que referenciassem dados socioeconômicos e técnico-científicos que fossem relevantes para a compreensão do potencial de aproveitamento dos produtos e subprodutos do caju. Por fim,

os resultados foram divididos em duas partes: um capítulo abordando o fruto e pseudofruto e uma segunda parte tratando das demais partes do cajueiro: folhas, caule, goma de caju e subprodutos, como o bagaço de caju.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Castanha de caju: o verdadeiro fruto, carro-chefe da cajucultura

O cajueiro, árvore tropical do Brasil, possui duas partes principais: o pedúnculo (pseudofruto), e a castanha, o verdadeiro fruto, composto por casca, amêndoa e película. A amêndoa é a parte comestível, com sabor agradável e alto valor nutricional, sendo o principal produto comercializado, quando comparado ao pedúnculo, visto os grandes números de exportações. A cajucultura é uma importante atividade socioeconômica brasileira, devido ao grande número de pessoas envolvidas na produção agrícola e no processamento industrial do fruto (Oliveira, 2019). Ademais, da casca da castanha do caju extrai-se um líquido marrom-escuro, o Líquido da Casca da Castanha de Caju (LCC), que vem ganhando atenção da academia e da indústria farmacêutica.

A produção nacional da castanha de caju ocorre majoritariamente no Ceará, seguido do Piauí e do Rio Grande do Norte. Este cultivo abastece o mercado interno não apenas com a própria noz, mas com a produção de sucos, polpas, bebidas, doces. Ademais, destaca-se a exportação da amêndoa, principalmente para a Europa, gerando trabalho e renda, principalmente no Nordeste (Xavier *et. al*, 2022).

A castanha de caju e seus resíduos têm alto potencial alimentício, podendo ser consumida crua beneficiada, torrada ou até como insumo de preparações *plant-based*, especialmente em países como Estados Unidos da América e Alemanha. É um ingrediente versátil podendo ser usado em barra de cereais, pastas, queijos e bebidas vegetais. Ademais, os resíduos produtivos podem também ser usados para alimento, como no caso da testa da castanha de caju, película marrom-avermelhada que envolve a amêndoa, extraída através da cocção em água quente por até 24 horas para extrair catequina e taninos (Zafeer *et. al*, 2023).

O verdadeiro fruto do caju ainda apresenta micro e macronutrientes importantes à saúde humana, bem como compostos bioativos de interesse farmacológico, como grupos fenólicos, flavonoides, taninos, ácidos graxos; além de vitamina E e vitaminas do complexo B. A ocorrências destas substâncias tem sido associada à atividade antioxidante. Estudo em modelo murino realizado com administração oral de extrato de noz de caju demonstrou

atividade antioxidante e anti-inflamatória ao neutralizar espécies reativas de oxigênio, que causam peroxidação lipídica e oxidação do DNA, reduzindo a hiperalgesia e a liberação de mediadores de inflamação (Fusco *et. al*, 2020).

Estudos também têm mostrado indícios das atividades anti-hipertensiva e anti-inflamatória, provavelmente promovidas pela ocorrência dos flavonoides da castanha. Akintunde et al. (2022) evidenciaram que a suplementação com a castanha de caju torrada apresentou efeitos benéficos, em ratos Wistar, expostos à Fração Mista de Petróleo (MPF) contaminado na água, que induzem hipertensão. Foram detectados fitoquímicos característicos, como rutina, ácido gálico e quercetina presente na noz, que possuem alta afinidade pela enzima conversora de angiotensina (ECA) e seriam capazes de atenuar o efeito do MPF, consequentemente, reduzindo significativamente a pressão arterial sistólica, possuindo efeito semelhante ao atenolol, betabloqueador tradicionalmente utilizado para o tratamento de distúrbios pressóricos.

Outro estudo realizado com administração diária de castanha de caju via oral em camundongos com colite demonstrou a atividade anti-inflamatória do alimento. Segundo os autores, a castanha parece atuar inibindo a via de sinalização do Fator Nuclear kaapa B (NF-kB), regulando assim vias inflamatórias. Os Efeitos benéficos foram visualizados através de análise histopatológica de secções do cólon e da contagem de neutrófilos (Siracusa et. al., 2020).

Conforme Kyei (2023), O LCC, extraído frio através de prensagem ou a quente, através de imersão é fonte de compostos fenólicos como ácido anacárdico, flavonoides e alcaloides. Nesse sentido, extratos de LCC contêm derivados fenólicos de cardol que apresentam propriedades farmacológicas interessantes para tratamento de febre, inflamação e dor, por exemplo.

O Ácido Anacárdico (AA), composto fenólico insaturado muito característico no caju, é o principal componente do LCC. Em altas concentrações pode causar irritação na pele, porém em menores doses, possui atividades benéficas à saúde, como propriedades antioxidantes. Gomes-Júnior et al. (2020) observaram que o AA associado à indometacina reduziu o edema em camundongos com edema intenso na pata induzido por carragenina. Também foi observado o efeito anti-inflamatório do composto mediado pela regulação da homeostase de mediadores inflamatórios.

3.2 O pseudofruto do caju: muito mais que a cajuína

O pedúnculo, pseudofruto do caju, representa cerca de 88% a 92% do peso total do caju. Apresenta coloração variável entre amarelo e vermelho, mas seu valor comercial é limitado, principalmente devido à elevada perecibilidade (Gutiérrez-Paz *et al.*, 2024). Nesse contexto, sua comercialização torna-se desafiadora, principalmente devido ao sabor adstringente, à rápida desidratação e à curta vida útil, inferior a dois dias quando armazenado em temperatura ambiente, fatores que comprometem a qualidade do produto e dificultam o aproveitamento industrial (Germano *et al.*, 2022).

Diante de tal contexto, estima-se que mais de 90% dos pedúnculos sejam descartados, gerando grande volume de biomassa. Entretanto, estudos apontam que o pseudofruto do caju, além de apresentar elevado teor de umidade, é nutricionalmente enriquecido com açúcares, principalmente glicose e frutose, além de vitaminas do complexo B (B_1 e B_2), vitamina C, minerais como cálcio e fósforo, e uma ampla variedade de compostos bioativos antioxidantes. Ainda, dentre os componentes funcionais, destacam-se os ácidos orgânicos, principalmente ácido anacárdico, grupos fenólicos, flavonóis, taninos e fibras alimentares (Cruz-Reina et al., 2022; Dheeraj; Srivastava; Mishra, 2023).

De acordo com Dheeraj, Srivastava e Mishra (2023), o consumo regular do pseudofruto ou de seu suco tradicionalmente associado a diversos benefícios à saúde, incluindo efeitos positivos sobre casos de disenteria crônica, desmineralização óssea, cãibras musculares, úlceras estomacais e gastrite. Ainda são relatadas propriedades anticancerígenas e antitumorais, atribuídas à presença de compostos antioxidantes com reconhecida atividade anti-inflamatória e cicatrizante. No entanto, apesar de suas propriedades nutricionais e funcionais, no Brasil apenas cerca de 10% do pseudofruto do caju é aproveitado na produção de sucos, geleias, vinhos, doces e farinha, ração animal e substituto de fibra alimentar em formulações funcionais (Winklmair *et al.*, 2025).

Os compostos fenólicos totais do extrato do pseudofruto do caju estão associados a propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e conservantes, o que confere ao suco um valor nutricional e funcional significativo. Dessa forma, essas características indicam que o suco do caju pode ser utilizado na formulação de bebidas fermentadas, produtos enriquecidos com vitamina C, suplementos alimentares e outras aplicações com apelo à saúde (Cruz-Reina et al., 2022).

Ademais, o estudo de Sousa (2018), analisou que o extrato concentrado de caju (ECC), obtido a partir das fibras residuais do pedúnculo do fruto, apresenta coloração amarela intensa devido à presença de carotenoides, o que o torna um candidato promissor para uso como corante natural na indústria de alimentos. ECC apresentou um perfil com 11 carotenoides, sendo os principais: β-criptoxantina, auroxantina, zeaxantina e luteína, representando cerca de 50% do total. Esses pigmentos, além da função corante, têm propriedades antioxidantes e pró-vitamínicas, o que amplia seu valor funcional e nutricional como aditivo alimentar.

Ademais, a pesquisa de estabilidade demonstrou que o ECC pode ser armazenado fora da refrigeração, sem perda significativa de cor, especialmente em matrizes alimentares de pH ácido. A coloração do ECC também foi preservada em condições de tratamento térmico brando, o que favorece sua aplicação em produtos como sucos, geleias, molhos e sobremesas. A secagem por atomização do ECC com encapsulantes como goma de cajueiro ou maltodextrina permitiu a obtenção de pós com boa solubilidade e reconstituição de cor, facilitando o uso industrial do corante em formulações secas. Dessa forma, os subprodutos do beneficiamento do caju se apresentam como uma alternativa viável e sustentável à tartrazina, corante artificial associado a efeitos adversos à saúde (Souza, 2018).

A substituição de corantes sintéticos por pigmentos naturais na indústria alimentícia se configura como uma estratégia promissora para a saúde pública e a sustentabilidade ambiental. Apesar de economicamente vantajosos e altamente estáveis, os corantes sintéticos possuem estrutura química associada a efeitos adversos, como hiperatividade, reações alérgicas, crises asmáticas e câncer intestinal. Além disso, no aspecto ambiental, seus efluentes, provenientes dos setores alimentício, têxtil e cosmético, são poluentes persistentes que afetam ecossistemas aquáticos por não serem biodegradáveis (Singh et al., 2023).

Também é possível encontrar evidências de atividade antimicrobiana. Sousa e et al. (2021) demonstraram que o extrato liofilizado do pseudofruto do caju (L-CAE) apresentou atividade contra *Listeria monocytogenes* ATCC 19115, uma bactéria gram-positiva patogênica. A eficácia foi avaliada por meio do método de difusão em ágar, no que foi observada formação de halo de inibição significativo nas concentrações de 50 mg/mL e 100 mg/mL.

Através de microscopia eletrônica de transmissão (TEM) foi possível observar que as células de *L. monocytogenes* tratadas com L-CAE apresentaram rugosidade, colapsos e desorganização na parede celular, indicando perda de integridade estrutural. Em contraste, as células não tratadas mantiveram uma parede celular lisa e intacta. Esses resultados sugerem

que a ação do L-CAE causa danos físicos à célula bacteriana, contribuindo para sua inibição (Souza *et.al.*, 2021).

Diante do exposto, observa-se que os resíduos do pedúnculo do caju, tradicionalmente subaproveitados, possuem elevado potencial funcional e tecnológico, especialmente devido à presença de compostos bioativos. Assim, torna-se relevante investigar estratégias que promovam o aproveitamento integral desse subproduto, contribuindo para o desenvolvimento de alternativas sustentáveis na indústria alimentícia e farmacêutica.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das diferentes partes do cajueiro evidencia que a cajucultura é muito mais do que a tradicional exploração da castanha — ela representa um patrimônio socioeconômico e biotecnológico fundamental para o Nordeste brasileiro. O aproveitamento integral do cajueiro, sobretudo do pseudofruto e dos seus resíduos produtivo, revela o potencial inovador de produtos farmacêuticos, nutracêuticos e biotecnológicos, capazes de impulsionar a economia circular regional, reduzir desperdícios e agregar valor a materiais historicamente subutilizados.

O Nordeste, por concentrar quase toda a produção nacional, ocupa posição estratégica não apenas como produtor agrícola, mas como protagonista em potencial na pesquisa, desenvolvimento e industrialização de insumos e matérias-primas derivadas do cajueiro. Dessa forma, ampliar o foco da cadeia produtiva para além da castanha significa fortalecer pequenos e grandes produtores, expandir oportunidades econômicas, estimular o empreendedorismo local e consolidar a região como referência em sustentabilidade e inovação. Assim, o cajueiro passa a ser reconhecido como uma matriz produtiva completa, diversa e essencial para o desenvolvimento tecnológico e socioambiental do Nordeste e do Brasil.

REFERÊNCIAS

AKINTUNDE, Jacob Kehinde et. al. Atividade anti-hipertensiva da castanha de caju torrada na hipertensão induzida por frações mistas de petróleo: uma abordagem in vivo e in silico. Heliyon, Nigéria, v. 8, n. 11, p. 1-11, 2022. DOI: . Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12339https://www-sciencedirect-com.ez373.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S2405844022036271.

ANOOPKUMAR., A. N. et al. Biotechnological valorisation of cashew apple: Prospects and challenges in synthesising wide spectrum of products with market value. Bioresource Technology Reports, v. 25, p. 101742, fev. 2024.

BEISL, S.; FRIEDL, A.; MILTNER, A. Lignina de Micro a Nanosize: Aplicações. International Journal of Molecular Sciences, v. 18, n. 11, p. 2367, 8 nov. 2017. DOI: 10.3390/ijms18112367. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5713336/. Acesso em: 20 jul. 2025.

BRAGATO, C. et al. Exploring the Effects of Lignin Nanoparticles in Different Zebrafish Inflammatory Models. International Journal of Nanomedicine, Milão, v. 19, p. 7731–7750, 30 jul. 2024. DOI: 10.2147/IJN. S469813. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11297570/. Acesso em: 20 jul. 2025.

BRAINER, Maria Simone de Castro Pereira; VIDAL, Maria de Fatima. CAJUCULTURA: v. 5 n. 114 (2020). **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 5, 2024. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/revista/cse/article/view/2842. Acesso em: 06 de nov 2025.

CRUZ REINA, L. J. et al. Chemical composition and bioactive compounds of cashew (Anacardium occidentale) apple juice and bagasse from Colombian varieties. **Heliyon**,Colômbia, v. 8, n. 5, p. 1-15, Maio 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09528.

DHEERAJ, SRIVASTAVA, A. & MISHRA, A. Mitigation of cashew apple fruits astringency. **Environmental Sustainability**, Greater Noida, v. 6, p. 319–329, 2023. https://doi.org/10.1007/s42398-023-00276-7. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s42398-023-00276-7.

EMBRAPA. Processamento do Pedúnculo de Caju: Suco de Caju Clarificado. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 2020, p. 32. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/881622/1/DO10004.pdf. Acesso em: 20 de agosto de 2025.

FAZAL, T. et al. Recent developments in natural biopolymer based drug delivery systems. **RSC Advances**, Paquistão, v. 13, n. 33, p. 2308723121, 2023. Disponível em: https://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2023/ra/d3ra03369d.

FUSCO, Roberta et. al. Consumption of Anacardium occidentale L. (Cashew Nuts) Inhibits Oxidative Stress through Modulation of the Nrf2/HO−1 and NF−kB Pathways. **Molecules (MDPI)**, Messina, v. 25, p. 1-18, 2020. DOI: 10.3390/molecules25194426. Disponível em: https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.ez373.periodicos.capes.gov.br/32993187/.

GERMANO, TA, DE OLIVEIRA, MFR, AZIZ, S. et al. O perfil do transcriptoma de genótipos de caju (Anacardium occidentale) revela genes específicos ligados à firmeza e à cor durante o desenvolvimento do pseudofruto**. Plant Mol Biol**, Fortaleza, v. 109, p. 83–100 (2022). DOI: . Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11103-022-01257-whttps://link.springer.com/article/10.1007/s11103-022-01257-w.

GOMES-JÚNIOR, A. L. et. al. Anti-Inflammatory, Antinociceptive, and Antioxidant Properties of Anacardic Acid in Experimental Models. ACS OMEGA, [*S. l.*], v. 5, p. 19506-19515, 2020. DOI: 10.1021/acsomega.0c01775. Disponivel em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7424580/#sec4.

GUTIÉRREZ-PAZ, C.; RODRÍGUEZ-MORENO, M.-C.; HERNÁNDEZ-GÓMEZ, M.-S.; FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J.P. The Cashew Pseudofruit (Anacardium occidentale): Composition, Processing Effects on Bioactive Compounds and Potential Benefits for Human Health. Foods, Bogotá, 2024, v. 13, n. 2357, p. 1-19. DOI: https://doi.org/10.3390/foods13152357. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39123548/.

KUMAR, R. et al. Lignin: Drug/Gene Delivery and Tissue Engineering Applications. **International Journal of Nanomedicine**, Nebraska, v. 16, p. 2419-2441, 26 mar. 2021. DOI: 10.2147/IJN. S303462. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8009556/. Acesso em: 20 jul. 2025.

KYEI, Sampson Kofi et. al. A comprehensive review on waste valorization of cashew nutshell liquid: Sustainable development and industrial applications. Journal elsevier, Ghana, vol. 6, pag. 1-18, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.clwas.2023.100116. Disponível em: https://www-sciencedirect-com.ez373.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S2772912523000428.

MO, D. et al. Fabrication and evaluation of slow-release lignin-based avermectin nano-delivery system with UV-shielding property. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 1-11, 1 dez. 2021. DOI: 10.1038/s41598-021-02664-7. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8636473/. Acesso em: 20 jul. 2025.

MONTENEGRO, M. A. **Efeito do extrato do bagaço do pedúnculo de caju (A*nacardium occidentale L.*) contra *Streptococcus mutans***. 2012. 66 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Ceará, Sobral, 2015. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/26138/1/2012_dis_mamontenegro.pdf. Acesso em: 19 jul. 2025.

MOVE CE. Cajucultura se destaca nos municípios do Maciço de Baturité. [*S. l.*], [2024?]. Disponível em: https://moveceara.com.br/2022/03/21/cajucultura-se-destaca-nos-municipios-do-macico-de-baturite/ . Acesso em: 20 de agosto de 2025.

OLIVEIRA, Nathalia Nogueira *et. al.* Castanha de caju e pedúnculo de caju: uma revisão científica e tecnológica mundial. **J Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Rio de Janeiro, v. 57, n.1, p.12-21, 2019. DOI: 10.1007/s13197-019-04051-7. Disponível em: https://pmc-ncbi-nlm-nih-gov.ez373.periodicos.capes.gov.br/articles/PMC6952502/# Sec2.

OMOLASO, B. O. et al. Evaluation of the gastrointestinal anti-motility effect of Anacardium occidentale stem bark extract: A mechanistic study of antidiarrheal activity. **Journal of Pharmaceutical Analysis**, Nigeria, v. 11, n. 6, p. 776–782, dez. 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jpha.2020.06.009. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S209517791931072X.

PHAM, D. et al. Fractionation, identification of chemical constituents, and biological properties of cashew (Anacardium occidentale L.) leaf extracts. Food Science & Nutrition,

Ho Chi Minh City, v. 11, n. 12, p. 7996–8008, 23 set. 2023. DOI: 10.1002/fsn3.3718. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38107119/.

PICCININO, D. et al. Nano-Structured Lignin as Green Antioxidant and UV Shielding Ingredient for Sunscreen Applications. Antioxidants, Viterbo, v. 10, n. 2, p. 274, 10 fev. 2021. DOI: 10.3390/antiox10020274. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7916605/. Acesso em: 20 jul. 2025.

PROMMAJAK, T.; LEKSAWASDI, N.; RATTANAPANONE, N. Optimizing tannin precipitation in cashew apple juice. CMU Journal of Natural Sciences, Thailand, v. 17, n. 1, p. 1–11, 2018. DOI: https://doi.org/10.12982/CMUJNS.2018.0002. Disponível em: https://cmuj.cmu.ac.th/ns/full/2020180129142052.pdf.

REGUENGO, L. M. et al. Agro-industrial by-products: Valuable sources of bioactive compounds. Food Research International, Brasil, v. 152, p. 110871, fev. 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110871. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996921007717.

RIBEIRO, D. A., MACÊDO, D. G., OLIVEIRA, L. G. S., SARAIVA, M. E., OLIVEIRA, S. F., SOUZA, M. M. A., & MENEZES, I. R. A. Potencial terapêutico e uso de plantas medicinais em uma área de Caatinga no estado do Ceará, nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, Crato, v.16, n.4, p.912-930, 2014. DOI: https://doi.org/10.1590/19. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbpm/a/k8cDGCLh3WTwtBtYjttCSfs/abstract/?lang=pt.

SALDANHA, Gecyene Rodrigues do Nascimento. Processamento de fibra de caju por extração de substâncias solúveis seguida de secagem para aplicação como ingrediente em produto plant-based. 2022. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/68822/7/2022_dis_grnsaldanha.pdf. Acesso em: 17 abr. 2024.

SILVA, G. G. et al. Cashew apple byproduct: Gastroprotective effects of standardized extract. Journal of Ethnopharmacology, Campinas, v. 269, p. 113744, 6 abr. 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113744. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874120336321?via%3Dihub#sec2. Acesso em: 20 jul. 2025.

SINGH, T.; PANDEY, V. K. DASH, K. K.; ZANWAR, S.; SINGH, R. Naturalbio-colorant and pigments: Sources and applications in food processing. Journal of Agriculture and Food Research, Uttar Pradesh, v. 12, p. 100628, June 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100628. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666154323001357?via%3Dihub.

SIRACUSA, Rosalba et. al. The Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties of Anacardium occidentale L. Cashew Nuts in a Mouse Model of Colitis. **Nutrients**, Messina, v. 12, n. 834, p. 1-20. 2020. DOI: 10.3390/nu12030834. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7146548/#sec4-nutrients-12-00834.

SOUSA, J.M.S., DE ABREU, F.A.P., RUIZ, A.L.T.G. et al. Cashew apple (Anacardium occidentale L.) extract from a by-product of juice processing: assessment of its toxicity, antiproliferative and antimicrobial activities. J Food Sci Technol, Fortaleza, n. 58, p. 764–776, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s13197-020-04594-0. Dísponivel em: https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-020-04594-0.

SOUSA, Jéssica Maria Silva. Aspectos tecnológicos e atividades biológicas do extrato concentrado das fibras do pedúnculo de caju (Anacardium occidentale L.). 2018. 119 f. Dissertação (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/39545.

SOUSA, L. M. de B.; BARBOSA, M. C. R.; MEIRELLES, L. M. A. Desenvolvimento e caracterização de um biscoito funcional. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, Teresina, v. 12, n. 3, p. 1-28, 2024. DOI: 10.61164/rmnm.v12i3.3262. Disponível em: https://remunom.ojsbr.com/multidisciplinar/article/view/3262/3376. Acesso em: 13 jul. 2025.

UNGUREANU, N.; VLĂDUȚ, V.; BIRIȘ, S.-ȘTEFAN. Sustainable Valorization of Waste and By-Products from Sugarcane Processing. Sustainability, Bucareste, v. 14, n. 17, p. 11089, 5 set. 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/su141711089. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/14/17/11089.

WINKLMAIR M, SEKULIC R, KRAUS J, PENAVA P, BUETTNER R (2025) A deep learning based approach for classifying the maturity of cashew apples. PLoS One 20(6): e0326. p 1-20, 2024. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0326103. Disponível em: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0326103.

ROCHA XAVIER, Cássio; DA SILVA GUERRA, Cézar; NERES DA SILVA, Francisco Sérgio; SAMPAIO NETO, Oscar Zalla; JOSÉ RODRIGUES, Luiz; PEREIRA

TAKEUCHI, Katiuchia. ASPECTOS PRODUTIVOS DA CAJUCULTURA E APROVEITAMENTO INTEGRAL DE DERIVADOS DE CAJU NO PROCESSAMENTO AGROINDUSTRIAL. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218**, [S. l.], v. 3, n. 8, p. e381792, 2022. DOI: 10.47820/recima21.v3i8.1792. Disponível em: https://recima21.com.br/recima21/article/view/1792.

ZAFEER, Mohd. Khalid et. al. Valorisation of agro-waste cashew nut husk (Testa) for different value-added products. Sustainable Chemistry for Climate Action, India, vol. 2, n. 100014, p. 1-6, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scca.2023.100014. Disponível em: https://www-sciencedirect-com.ez373.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S27
72826923000032.

PÁGINA 37. DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-3

APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL DO CAJUEIRO: POTENCIAL INDUSTRIAL DO CAJU E SEUS DERIVADOS – PARTE 2: BAGAÇO DO CAJU, PARTES AÉREAS, CASCAS E GOMA DO CAJUEIRO

Leslie Raphael de Moura Ferraz
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Instituto de Ciências da Saúde (ICS). Redenção/Ceará.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5100-2554

Maria Guadalupe de Sousa Fernandes
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Instituto de Ciências da Saúde (ICS). Redenção/Ceará.
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-5177-4936

Crislen Nogueira Lima
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Instituto de Ciências da Saúde (ICS). Redenção/Ceará.
ORCID: https://orcid.org/0009-0007-6179-6726

Fatima Larissa Dias Capistrano
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Instituto de Ciências da Saúde (ICS). Redenção/Ceará.
ORCID: https://orcid.org/0009-0007-3393-0430

David Ilitch da Silva
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Instituto de Ciências da Saúde (ICS). Redenção/Ceará.
ORCID: https://orcid.org/0009-0006-3322-0124

Jeysa Dayane Coelho Nobre
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Instituto de Ciências da Saúde (ICS). Redenção/Ceará.
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-5118-7987

Emmanuel de Souza Lima
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Instituto de Ciências da Saúde (ICS). Redenção/Ceará.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6882-3420

RESUMO

As partes do cajueiro — folhas, cascas e goma — e os subprodutos do caju representam importantes fontes de compostos bioativos e biopolímeros naturais com alto potencial para o desenvolvimento sustentável de produtos farmacêuticos. Folhas e cascas apresentam atividades antioxidante, anti-inflamatória, antibacteriana, antidiarreica e hipoglicemiante, sendo investigadas quanto ao seu potencial de aplicação no tratamento do , infecções, doenças gastrointestinais e condições inflamatórias. A goma do cajueiro destaca-se como um biopolímero versátil para sistemas de liberação de fármacos, biomateriais, alimentos funcionais e cosméticos. Por sua vez, o bagaço do caju, subproduto do processamento do pseudofruto , pode ser aproveitado para o desenvolvimento sustentável de dispositivos médicos, medicamentos e cosméticos. O aproveitamento integral dessas partes, historicamente subutilizadas, fortalece a inovação, reduz o desperdício e impulsiona cadeias produtivas sustentáveis, especialmente no Nordeste brasileiro, onde o cajueiro assume papel estratégico na economia e na biodiversidade regional.

Palavras-chave:
Caju;
Biomassa;
Desenvolvimento Sustentável;
Goma de caju;
Subproduto.

SUSTAINABLE USE OF THE CASHEW TREE: INDUSTRIAL POTENTIAL OF CASHEW AND ITS DERIVATIVES – PART 2: CASHEW APPLE BAGASSE, AERIAL PARTS, TREE BARK AND CASHEW TREE GUM

ABSTRACT

The parts of the cashew tree—leaves, bark, and gum—and cashew byproducts represent important sources of bioactive compounds and natural biopolymers with high potential for the sustainable development of pharmaceutical products. Leaves and bark exhibit antioxidant, anti-inflammatory, antibacterial, antidiarrheal, and hypoglycemic activities, and are being studied for applications in the treatment of diabetes, infections, gastrointestinal diseases, and inflammatory conditions. Cashew gum stands out as a versatile biopolymer for drug delivery systems, biomaterials, functional foods, and cosmetics. In turn, cashew bagasse, a byproduct of cashew processing, can be used for the sustainable development of medical devices, medicines, and cosmetics. The full utilization of these historically underutilized parts strengthens innovation, reduces waste, and boosts sustainable production chains, especially in Northeast Brazil, where the cashew tree plays a strategic role in the regional economy and biodiversity.

Keywords:
Cashew;
Biomass;
Sustainable Development;
Cashew gum;
Byproduct.

1 INTRODUÇÃO

O avanço do desenvolvimento sustentável tem incentivado o uso de resíduos naturais de baixo valor (Reguengo et al., 2022; Ungureanu; Vlăduţ; Biriş, 2022). O aproveitamento de subprodutos, como cascas e bagaços de frutas, resíduos de cana-de-açúcar, folhas descartadas, biomassas, têm ganhado destaque por sua capacidade de fornecer compostos bioativos relevantes, impulsionando o desenvolvimento sustentável de produtos farmacêuticos seguros e eficazes, fortalecendo o avanço da pesquisa, desenvolvimento e da inovação (PD&I) na área da saúde (Anoopkumar et al., 2024; Fazal et al., 2023; Reguengo et al., 2022).

Nesse contexto, o caju destaca-se como recurso natural estratégico, No Ceará, mais de 110 mil toneladas de caju são destinadas à produção de sucos, enquanto a castanha é amplamente exportada, entretanto, grande parte dos resíduos do processamento e de outras partes da planta permanece subutilizada ou é descartada (Brainer; Vidal, 2020; MOVE CE, 2026). O presente capítulo reúne evidências científicas sobre o aproveitamento das partes aéreas do cajueiro: folhas, cascas e goma, além de resíduos produtivos, como fontes de matérias-primas para o PD&I de tecnologias em saúde. A valorização desses recursos favorece o aproveitamento integral da planta, contribui para a redução de desperdícios e pode impulsionar o desenvolvimento socioeconômico de produtores locais, fortalecendo a bioeconomia circular regional.

2 METODOLOGIA

Este capítulo é resultado de uma revisão de literatura, de caráter descritivo, com o objetivo de avaliar o aproveitamento industrial das diferentes partes do cajueiro e subprodutos. A pesquisa abrangeu uma ampla diversidade de fontes, incluindo artigos científicos e trabalhos acadêmicos, selecionados a partir das bases de dados Science Direct, PubMed, Google Scholar e BIREME (Biblioteca Virtual em Saúde). Para a busca bibliográfica, foram utilizados descritores relacionados às diferentes partes da planta, incluindo os termos "caju", "castanha de caju" e "folhas de cajueiro".

Foram selecionadas as publicações entre os anos de 2015 e 2026 que apresentassem dados socioeconômicos ou técnico-científicos relevantes para a compreensão do potencial de aproveitamento e dos impactos associados aos produtos e subprodutos do

caju. Por fim, os resultados foram organizados em duas partes: a primeira aborda o fruto e o pseudofruto do cajueiro; a segunda contempla as demais partes da planta, incluindo folhas, caule e goma do cajueiro, além de subprodutos do processamento, como o bagaço de caju

3 DESENVOLVIMENTO

O bagaço do pedúnculo de caju, frequentemente descartado ou subutilizado após o processamento do pseudofruto, vem sendo valorizado como um ingrediente promissor para a formulação de produtos nutricionais, farmacêuticos e biotecnológicos devido ao seu apelo funcional e sustentável (Ferraz et al., 2026). Por ser rico em vitaminas e minerais, fibras alimentares e compostos bioativos, esse resíduo agroindustrial apresenta ampla aplicabilidade como ingrediente de alimentos à base de plantas (plant-based) (Cribb, 2024; Osei et al., 2025).

Na área alimentícia o BAC tem sido utilizado como fibra alimentar com teor proteico interessante em alimentos industrializados, como: kaftas, hambúrgueres, empanados e outros produtos vegetarianos. Além de conferir valor nutricional, esse insumo pode ajustar a viscosidade da preparação em substituição ao amido; além de reduzir a atividade de água e aumentar a estabilidade do alimento (Cribb, 2024).

Além disso, o BAC pode ser transformado em farinha e utilizado na substituição parcial da farinha de trigo na produção de barras de cereais e biscoitos, contribuindo para o enriquecimento nutricional desses produtos. Uma formulação patenteada de biscoito tipo cookie enriquecido com xiloglucana de tamarindo e farinha de BAC, foi com elevado valor nutricional, baixo teor de gordura e alto teor de fibras; com aceitabilidade sensorial adequada para consumo (Sousa et al., 2024; Oliveira et al., 2013; Braga et al., 2017). A farinha, também, pode ser empregada no desenvolvimento de produtos sem glúten, como hambúrgueres vegetarianos, reforçando a versatilidade funcional de BAC (Dantas, 2024).

Processos fermentativos podem valorizar BAC ao promover enriquecimento proteico e agregar valor funcional e biológico, devido ao aumento de compostos bioativos. Leveduras, como a *Saccharomyces cerevisiae*, foram utilizadas para fermentar BAC, tornando-o uma biomassa com maior valor proteico, usado como insumo para o desenvolvimento sustentável de barras alimentícias (Campos et al., 2005; Carneiro, 2019).

Ademais, BAC apresenta teor significativo de compostos bioativos, como: vitamina C, ácido anacárdico, taninos, flavonoides e carotenoides; capazes de conferir propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias e antioxidantes (Osei et al., 2025). Essas substâncias, em especial os ácidos anacárdicos e carotenoides, demonstraram efeitos gastroprotetores

significativos em estudo in vivo, e ampliando o interesse por suas possíveis aplicações em formulações nutracêuticas e fitoterápicas voltadas à saúde gastrointestinal, incluindo investigações relacionadas à proteção contra úlceras gástricas induzidas por anti-inflamatórios não esteroidais (Silva et al., 2021).

Além das características físico-químicas interessantes, por ser uma biomassa lignocelulósica, BAC é fonte de obtenção de biopolímeros de interesse industrial, como lignina, celulose e hemicelulose. Nesse contexto, o BAC pode ser utilizado como matéria-prima para o desenvolvimento cosméticos com ação antioxidante e fotoprotetora, pigmentos naturais, suplementos prebióticos e drug delivery systems (DDS) a partir de biopolímeros, como a lignina (Ferraz et al., 2026), além de ser substrato alternativo para obtenção de biopolímeros como ácido lático polilático e hialurônico (Rezer et al., 2022).

Formulações patenteadas também exploraram o BAC como fonte de extratos com potencial de aplicação como aditivos naturais antioxidantes, umectantes e estabilizantes, obtidos por extração hidroalcoólica (Maciel et al., 2015a; Maciel et al., 2015b) e como insumo de sistema de liberação de fármacos com potencial nutracêutico, analgésico e imunomodulador (Maciel et al., 2016a; Maciel et al., 2016b).

Na saúde ambiental, o BAC tem sido aproveitado na produção de bio-copos e bio-utensílios descartáveis e biodegradáveis. Uma Tecnologia patenteada substitui o uso de polímeros derivados do petróleo, utilizando o BAC como matéria-prima, que possui propriedades mecânicas adequadas e biodegradabilidade comprovada, contribuindo para a redução do impacto ambiental dos resíduos plásticos (Pinto, 2016). Outra possibilidade de aproveitamento energético do BAC consiste na produção de hidrogênio por meio da fermentação escura. Essa abordagem pode contribuir para a redução do desperdício e para a geração de energia renovável, ampliando as possibilidades de valorização dos resíduos da cadeia produtiva do caju (Silva et al., 2018).

Em suma, o BAC ultrapassa seu tradicional papel de resíduo agroindustrial, assumindo um protagonismo crescente em áreas estratégicas como saúde, nutrição, cosmética e energia. O reaproveitamento do BAC também contribui de forma direta para a sustentabilidade da cadeia produtiva, reduzindo o desperdício e gerando valor agregado em regiões produtoras, especialmente no Nordeste brasileiro, onde se concentram os principais polos da cajucultura. Assim, além de reduzir o impacto ambiental do descarte, essas inovações oferecem oportunidades de geração de renda para pequenas agroindústrias e comunidades produtoras, como os assentados do Córrego do Murici e na Região do Maciço

de Baturité, no Ceará (Cribb, 2024; Lima et al., 2023). Isso promove uma bioeconomia circular e pode fomentar o desenvolvimento socioeconômico regional.

3.1 Folhas e cascas do cajueiro

O cajueiro se destaca não apenas pelo valor nutricional e comercial do pseudofruto e da castanha, mas também pelo potencial bioativo de suas partes aéreas, como folhas, casca e caule, que tradicionalmente são tratadas como resíduos. Folhas e cascas têm uso consagrado na medicina tradicional brasileira e estão incluídas na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (RENISUS). As folhas são tradicionalmente empregadas como auxiliares no tratamento de afecções respiratórias, reumatismo e como agentes antissépticos. Já a casca é comumente indicada para o manejo de distúrbios gastrointestinais, especialmente a diarreia (BRASIL, 2017).

O aproveitamento integral de espécies nativas é uma estratégia sustentável cada vez mais adotada pelas indústrias farmacêutica, cosmética e alimentícia. Estudos recentes têm evidenciado que esses componentes vegetais são fontes de compostos de interesse farmacêutico contribuindo para o desenvolvimento de produtos naturais com múltiplas aplicações (Moura et al., 2025; Shiekh et al., 2022; Sinlapapanya et al., 2022)

Estudos como o de Pham e colaboradores (2023) demonstraram que os extratos foliares etanoicos e suas frações, especialmente utilizando acetato de etila, concentram uma diversidade de metabólitos secundários, como flavonoides, fenóis, terpenoides e substâncias iodadas, com propriedades antibacterianas, antioxidantes, hipoglicemiantes e citotóxicas. Tais características tornam as folhas uma promissora matéria-prima para formulações farmacêuticas destinadas ao controle glicêmico, ao tratamento de infecções bacterianas e à triagem de agentes antitumorais. Os resultados obtidos em ensaios *in vitro* evidenciaram o potencial do uso desses extratos como ativos funcionais em produtos farmacêuticos e nutracêuticos.

O estudo conduzido por Ukwenya e colaboradores (2022) destaca que o extrato de folhas de *A occidentale* apresenta efeitos significativos no tratamento do diabetes mellitus tipo 2. Em um modelo experimental com ratos Wistar, foi avaliada a eficácia do extrato etanólico das folhas da planta, comparando seus efeitos com os da riboceína, um suplemento conhecido por elevar os níveis de glutationa e apoiar a função celular.

Os animais foram induzidos ao diabetes por estreptozotocina (STZ), e tratados durante 17 dias com doses equivalentes (100 mg/kg) de extrato e riboceína, sendo a

metformina utilizada como controle positivo. Os resultados mostraram que ambos os tratamentos promoveram uma melhora significativa nos níveis de glicose em jejum, no peso corporal e nas funções hepáticas e renais dos animais diabéticos, além de aumentar os níveis de antioxidantes endógenos e estimular a secreção de insulina (Ukwenya et al., 2022).

Outrossim, o estudo de Awakan e colaboradores (2018) destaca o isolamento da oleamida, um composto amídico de reconhecida ação anti-inflamatória e broncodilatadora. Testes em modelos animais demonstraram sua eficácia na inibição de processos inflamatórios e na redução de sintomas respiratórios, sugerindo sua aplicação em formulações voltadas ao manejo de condições alérgicas e pulmonares.

Nesse contexto, a diversificação do uso das folhas do cajueiro extrapola o campo medicinal, sendo possível sua aplicação como ingrediente funcional em alimentos enriquecidos, suplementos naturais e cosméticos com ação antioxidante, aproveitando-se da estabilidade e concentração de seus compostos bioativos. A extração eficiente e a caracterização química adequada favorecem sua incorporação em matrizes diversas, ampliando sua aplicabilidade industrial de forma sustentável e economicamente viável.

No tocante à casca do cajueiro, estudos demonstram que extratos obtidos com solventes polares, como etanol, metanol e acetato de etila, concentram compostos fenólicos e flavonoides com efeitos anti-inflamatórios, antioxidantes, hipoglicemiantes e gastrointestinais relevantes (Bamisaye et al., 2022). A caracterização fitoquímica dessas frações tem permitido associar a presença de catequinas, epicatequinas e ácidos fenólicos às atividades biológicas observadas (Encarnação et al., 2022).

Os mecanismos de ação descritos envolvem a modulação de citocinas inflamatórias, a regulação da atividade enzimática digestiva, e a ação antioxidante direta sobre espécies reativas de oxigênio, promovendo proteção tecidual e redução de danos e estresse oxidativos (Amorim et al., 2021; Silva et al., 2023)

O extrato da casca mostrou capacidade de modular citocinas inflamatórias, reduzir o edema e controlar a infiltração de neutrófilos, além de exercer efeitos antioxidantes e hipoglicemiantes em modelos de diabetes tipo 2 (Bamisaye et al., 2022; Encarnação et al., 2022). Além disso, Omolaso e colaboradores (2021) demonstraram o efeito antidiarreico da casca por meio da inibição dos receptores muscarínicos responsáveis pela motilidade intestinal e seu potencial gastroprotetor pela prevenção de lesões gástricas induzidas por etanol.

Em contrapartida, Shehu e colaboradores (2021) isolaram dois compostos da casca do caule do cajueiro: um novo éster esteroidal: 3-n-nonadecanoil-β-sitosterol, identificado pela primeira vez e uma mistura de cerebrosídeos (glicoesfingolipídios), ainda não totalmente caracterizada. Os compostos isolados foram testados in vitro quanto à citotoxicidade contra linhas celulares humanas: A549 (câncer de pulmão), SCOV3 (câncer de ovário) e NRK49f (células normais de rim de rato). Todos os compostos mostraram algum grau de atividade citotóxica nas células tumorais e normais, indicando ausência de seletividade e sugerindo um potencial risco à segurança do uso direto dessas substâncias, sendo necessários estudos adicionais para elucidar sua toxicidade e possíveis mecanismos de ação.

Mesmo com enfoques distintos, os estudos analisados convergem ao demonstrar que a casca do cajueiro possui um perfil farmacológico amplo e integrado. Do ponto de vista tecnológico, a casca do cajueiro pode ser empregada na produção de extratos padronizados e encapsulados, favorecendo sua aplicação em suplementos alimentares e formulações farmacêuticas. A estabilidade de seus compostos fenólicos e a eficiência dos métodos de extração permitem sua utilização em matrizes secas ou líquidas, com longa vida útil e manutenção da atividade biológica (Bamisaye et al., 2022; Encarnação et al., 2022; Shehu et al., 2021).

3.2 A goma do cajueiro: o exsudato da árvore como matéria-prima

A goma do cajueiro (GC), exsudato do tronco da árvore *Anacardium occidentale*, é uma substância natural com características viscosas, hidrofílicas, amorfas, inodoras e insípidas. É composta majoritariamente por β-D-galactose, além de α-D-glucose, arabinose, ramnose e ácido glucurônicoconferindo características estruturais e funcionais semelhantes às da goma arábica. Por isso, a GC tem sido utilizada como fonte alternativa de biopolímeros visando a obtenção de materiais com propriedades coloidais, capazes de atuar como espessante, gelificante, emulsificante, estabilizante e agente formador de filmes (Araújo et al, 2018).

Ela ocorre de forma natural por exsudação, a partir de incisões feitas no tronco da árvore. O exsudato é liberado como um mecanismo de defesa da planta frente a injúrias físicas ou estresses ambientais. Após a colheita, o exsudato passa por processos de limpeza, secagem, moagem e peneiramento, etapas destinadas à eliminação de impurezas e à padronização do tamanho das partículas. Apesar do seu grande potencial de

desenvolvimento produtivo, a comercialização da GC é limitada, principalmente devido à ausência de padronização e à falta de cadeias produtivas organizadas (Araújo et al, 2018).
No que tange à padronização da produção em larga escala, pesquisas têm sugerido técnicas de pré-tratamento que assegurem a uniformidade e a qualidade do material. Após a moagem e a padronização do tamanho das partículas - geralmente entre 250 e 500 μm, o material pode ser dissolvido em água com agitação controlada e, em seguida, filtrado e submetido à precipitação com etanol em várias proporções, a fim de eliminar impurezas solúveis (Rodrigues-Filho, 2020).

Em determinados protocolos, o uso de ondas ultrassônicas tem sido incorporado para otimizar a extração dos compostos desejáveis, para melhorar a aparência e a pureza do produto. Também pode ser realizada uma etapa de descoloração, que consiste na remoção de pigmentos naturais e compostos oxidáveis presentes na goma bruta. Essa descoloração pode ser feita com o uso de resinas trocadoras de íons, como a Amberlite®, que atua adsorvendo seletivamente substâncias responsáveis pela coloração amarelada do material, resultando em uma goma mais clara e com maior valor tecnológico (Rodrigues Filho, 2020).

A GC tem ainda despertado interesse por suas características farmacológicas, que expandem suas possibilidades de uso no desenvolvimento de produtos farmacêuticos. Pesquisas têm associado a GC a propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes, cicatrizantes e antimicrobianas. Infere-se que isso pode ocorrer devido à sua composição abundante em polissacarídeos bioativos, capaz de formar uma matriz polimérica que contribui para a modulação de processos inflamatórios, regeneração de tecidos e inibição do crescimento de microrganismos patogênicos, o que pode torná-la uma opção promissora como agente funcional em formulações farmacêuticas e biomateriais (Andrade et al 2013; Barbosa, 2015; Araújo et al., 2018).

Complementando essas evidências, estudos recentes têm demonstrado com clareza o potencial da GC como matriz para DDS. Uma revisão abrangente publicada por Amaral e colaboradores (2022) examinou formulações onde a GC é utilizada em nanopartículas, micropartículas e filmes bioativos, incluindo encapsulamentos de insumos farmacêuticos antioxidantes, hormônios e compostos anti-inflamatórios.

Rodrigues-Filho (2020), por exemplo, demonstrou o encapsulamento de α-bisabolol em micropartículas de GC que exibiram atividade anti-inflamatória em modelo animal, com redução significativa do TNF-α. Esses resultados reforçam a ideia do uso do biopolímero para prolongar o tempo de desintegração e/ou dissolução da forma farmacêutica e,

consequentemente, modular o perfil de liberação do fármaco, agregando valor ao material como excipiente funcional de DDS.

Além do potencial terapêutico, há também crescente valorização e inovação tecnológica com GC. Um número expressivo de patentes registradas utiliza o recurso natural como insumo para produção de biomateriais, embalagens biodegradáveis, alimentos funcionais, cosméticos, além de aplicações ambientais (Amaral et al. 2022; Rodrigues Filho, 2020).

Os dados apresentados demonstram que a GC é um insumo estratégico de grande importância para o PD&I de produtos farmacêuticos e bioprodutos. Isso contribui diretamente para a valorização da biodiversidade do Brasil, além de fortalecer cadeias produtivas regionais, especialmente no Nordeste, onde o cajueiro é nativo e cultivado em grande escala, principalmente no Ceará. Portanto, investir no potencial industrial da GC representa tanto uma estratégia científica promissora quanto uma abordagem viável para fomentar a sustentabilidade, a inovação e o progresso socioeconômico no âmbito nacional.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das partes aéreas do cajueiro evidencia a relevância para o desenvolvimento sustentável de produtos farmacêuticos e biotecnológicos. Esses componentes, tradicionalmente tratados como subprodutos ou resíduos, apresentam amplo espectro de atividades biológicas, demonstrando elevado potencial terapêutico e tecnológico. Além do valor científico, o aproveitamento integral das partes aéreas fortalece a sustentabilidade ambiental ao reduzir desperdícios e promover o uso eficiente de recursos nativos. No contexto socioeconômico, especialmente no Nordeste, principal região produtora de cajueiro do país, essa abordagem impulsiona cadeias produtivas locais, estimula o empreendedorismo, agrega valor a materiais pouco explorados e fomenta a economia circular.

REFERÊNCIAS

ABREU, F. A. P. Extrato de bagaço de caju rico em pigmento. Depositante: Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. Procurador: Suely Conceição da Silva. Br n. PI 0103885-0A. Depósito: 16 jun. 2001. Concessão: 15 abr. 2003. Disponível em: Acesso em: 19 jul.

https://busca.inpi.gov.br/pePI/servlet/ImagemDocumentoPdfController?CodDiretoria=200&NumeroID=e6ed9b0a6e90e6624c78339712e0cafab245333db2cbbe0a3718b6cd07c8e

49e&certificado=undefined&numeroProcesso=&ipasDoc=undefined&codPedido=578705. 2025.

AMARAL, R. G., DE ANDRADE, L. R. M., ANDRADE, L. N., LOUREIRO, K. C., SOUTO, E. B., SEVERINO, P. (2022). Cashew Gum: A Review of Brazilian Patents and Pharmaceutical Applications with a Special Focus on Nanoparticles. Micromachines, Sergipe, v. 13, n. 7, p. 1-16, jul. 2022. MDPI. DOI: https://doi.org/10.3390/mi13071137. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-666X/13/7/1137> Acesso em 04 de ago de 2025.

AMORIM, Luana Souza et al. In vitro antibacterial and anti-inflammatory effects of Anacardium occidentale L. extracts and their toxicity on PBMCs and zebrafish embryos. Drug and Chemical Toxicology, v. 45, n. 6, p. 2653–2663, 1 out. 2021. DOI: 10.1080/01480545.2021.1981365. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34595971/.

ANDRADE, Kelita; DE CARVALHO, Carlos WP; TAKEITI, Cristina Y. Goma de cajueiro (Anacardium occidentale): avaliação das modificações químicas e físicas por extrusão termoplástica. Polímeros, v. 23, n. 5, p. 667-671, 2013. DOI: . Disponível em: <https://www.scielo.br/j/po/a/zzV5H76TTHpcgJF4qtSpWZp/?format=pdf&lang=pt>. https://doi.org/10.4322/polimeros.2013.004Acesso em 04 de ago.2025.

ANOOPKUMAR., A. N. et al. Biotechnological valorisation of cashew apple: Prospects and challenges in synthesising wide spectrum of products with market value. Bioresource Technology Reports, Kerala, v. 25, p. 101742, fev. 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biteb.2023.101742. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2589014X23004139.

ARAÚJO, Simone et al. Aplicações farmacológicas e tecnológicas da goma do cajueiro (Anacardium occidentale l.) –um produto obtido da flora brasileira. **Revista GEINTEC**, Teresina, v. 8, n. 1, p. 4292-4305, 2018. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/2b7f/f7979409f1a3b059a872eacbe49c97f9a7f7.pdf. Acesso em 04 de ago. de 2025.

AWAKAN, O. J. et al. Anti-inflammatory and bronchodilatory constituents of leaf extracts of Anacardium occidentale L. in animal models. Journal of Integrative Medicine, Nigeria, v. 16, n. 1, p. 62–70, jan. 2018. DOI: 10.1016/j.joim.2017.12.009. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29397096/.

BAMISAYE, F. A. et al. Hypoglycemic, Hypolipidemic and Antioxidant Potentials of Ethanolic Stem Bark Extract of Anacardium occidentale in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. Nigerian Journal of Physiological Sciences, v. 37, n. 1, p. 137–145, 30 jun. 2022. DOI: 10.54548/njps.v37i1.17. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35947843/.

BARBOSA, M. M. **Processo de purificação da goma de cajueiro: aspectos técnicos e ambientais**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015. Disponivel em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/13774/1/2015_tese_mmbarbosa.pdf. Acesso em 04 de ago. de 2025.

BEISL, S.; FRIEDL, A.; MILTNER, A. Lignina de Micro a Nanosize: Aplicações. **International Journal of Molecular Sciences, Vienna, v. 18, n. 11, p. 2367, 8 nov. 2017.** DOI: 10.3390/ijms18112367. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5713336/. Acesso em: 20 jul. 2025.

BRAGA, R. C. et al. **Biscoito tipo cookie enriquecido com xiloglucana de tamarindo e farinha da fibra de caju e seu respectivo processo de obtenção**. Depositante: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. BR n. 102017026845-4A2. Depósito: 13 dez. 2017. Disponível em: Acesso em: 13 jul. https://busca.inpi.gov.br/pePI/servlet/ImagemDocumentoPdfController?CodDiretoria=200&NumeroID=f1cf1249729e61ec15d9e36fc0cd5d40f6106e327749562a9ed8c1cca2170cc2&certificado=undefined&numeroProcesso=&ipasDoc=undefined&codPedido=1438916. 2025.

BRAINER, M. S. C. P. .; VIDAL, M. DE F. Cajucultura. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 5, n. 114, p. 1-16, 2020. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/revista/cse/article/view/2842/1944. Acesso em: 06 de nov 2025.

BRASIL. **Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira** — 2. ed. (versão atualizada — RDC nº 833/2023, vigência a partir de 2 de janeiro de 2024). Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/farmacopeia/formulario-fitoterapico/2024-fffb2-1-er-3-atual-final-versao-com-capa-em-word-2-jan-2024.pdf.

BRASIL. **RENISUS – Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS**. 1. ed. Brasília: Ministério da Saúde, Departamento de Atenção Farmacêutica e Insumos Estratégicos, Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos, 2009. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/sectics/plantas-medicinais-e-fitoterapicos/ppnpmf/arquivos/2017/renisus1.pdf.

CAMPOS, A. R. N. et al. Enriquecimento protéico do bagaço do pendúnculo de caju por cultivo semi-sólido. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 5, n. 2, p. 1-12, 2005. Disponível em: Acesso https://joaootavio.com.br/bioterra/workspace/uploads/artigos/caju.-5182de888db41.pdf. em: 12 jul. 2025.

CARNEIRO, R. M. **Barras alimentícias desenvolvidas e otimizadas com pasta de soro de leite e bagaço de caju**. 2019. 120f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2019. Disponível em: http://repositorio.ufpi.br:8080/bitstream/handle/123456789/3363/TESE%20FINAL%20Rosana%20M%20Carneiro%202020%20_com%20ficha.pdf. Acesso em: 12 jul. 2025.

CRIBB, A. Y. et al. **Relatório de avaliação dos impactos de soluções tecnológicas geradas pela Embrapa: Processo de transformação e aplicação da fibra de caju na indústria de alimentos**. Rio de Janeiro/Fortaleza: Embrapa, 2024. Disponível em: Acesso em: 12 jul. conjunto_agroindustriadealimentos-agroindustriatropical_fibradecaju.pdf. 2025.

DANTAS, I. M. S. **CajuNutriMeat: um alimento funcional isento de glúten como alternativa para dieta humana**. 2024. 87f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência, Tecnologia e Inovação) - Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal do Rio

Grande do Norte, Natal, 2024. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/server/api/core/bitstreams/2e8cd458-862c-4660-b98f-0fffb6d76ec6. Acesso em: 19 jul. 2025.

ENCARNAÇÃO, S. et al. Anacardium occidentale Bark as an Antidiabetic Agent. **Plants**, Lisboa, v. 11, n. 19, p. 2637–2637, 7 out. 2022. DOI: 10.3390/plants11192637. Disponível em: https://www.mdpi.com/2223-7747/11/19/2637.

ENCARNAÇÃO, S. et al. Micromorphology and Chemical Studies on Anacardium occidentale L. Stem Bark as an Herbal Medicine. Plants, Lisboa, v. 12, n. 1, p. 7–22, 20 dez. 2022. DOI: 10.3390/plants12010007. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36616134/.

FAZAL, T. et al. Recent developments in natural biopolymer based drug delivery systems. RSC Advances, Paquistão v. 13, n. 33, p. 23087-23121, 31 jul. 2023. DOI: https://doi.org/10.1039/D3RA03369D. Disponível em: https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2023/ra/d3ra03369d.

FERRAZ, Leslie Raphael de Moura; UCHÔA, Kéthelly Rocha; CAPISTRANO, Fátima Larissa Dias; FERREIRA, Alesandro Silva; LIMA, Crislen Nogueira; COSTA, Salvana Priscylla Manso. Industrial Potential of Cashew Apple Bagasse: A Systematic Review of its Pharmaceutical Appeal and Biosustainability. Waste and Biomass Valorization. DOI: 10.1007/s12649-026-03656-2

LIMA, A. C. et al. Obtenção e avaliação microbiológica da fibra de caju para uso na formulação de produtos plant based. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Desafios globais, soluções locais**: Avanços em Ciências Agrárias e Ambientais. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 93-103. 2023. Disponível em: https://editoralicuri.com.br/index.php/ojs/article/view/352/270. Acesso em: 27 jul. 2025.

MACIEL, M. A. M et al. **Desenvolvimento de formulados analgésicos nanoestruturados a base de A*nacardium occidentale linn***. Titular: Maria Aparecida Medeiros Maciel. BR n. 102016006687-5A2. Depósito: 26 mar. 2016a. Disponível em: Acesso em: 19 https://busca.inpi.gov.br/pePI/servlet/ImagemDocumentoPdfController?CodDiretoria=200&NumeroID=857ca86de76dd31e07dda28089354c9ad4e2b47d64261241f6a005647a35bd22&certificado=undefined&numeroProcesso=&ipasDoc=undefined&codPedido=1373950. jul. 2025.

MACIEL, M. A. M et al. **Desenvolvimento de produtos comestíveis nutracêuticos e fitomedicamento antioxidante desenvolvidos à base de farinha do pedúnculo de caju e berinjela**. Titular: Maria Aparecida Medeiros Maciel. BR n. 102015014715-5B1. Depósito: 1 mai. 2015a. Concessão: 16 mar. 2021. Disponível em: Acesso em: 19 jul. https://busca.inpi.gov.br/pePI/servlet/ImagemDocumentoPdfController?CodDiretoria=200&NumeroID=efe92ea3429f3db34cd8cfdbf2ffe9ab80a0de647f259bdb89bb3ab341643833&certificado=undefined&numeroProcesso=&ipasDoc=undefined&codPedido=1351908. 2025.

MACIEL, M. A. M et al. **Formulados farmaconutrientes à base de *anacardium occidentale l.* com aplicação antioxidante, nutracêutica, imunomoduladora e suplemento dietario**. Titular: Maria Aparecida Medeiros Maciel. BR n. 102016004113-9B1. Depósito: 25 fev. 2016b. Concessão: 13 jul. 2021. Disponível em: Acesso em: 19 jul. https://busca.inpi.gov.br/pePI/servlet/ImagemDocumentoPdfController?CodDiretoria=200&NumeroID=dbd4f1627c633474c470b004b2f7aff559cb1ab4d8d39860207dff8a366a2bee&certificado=undefined&numeroProcesso=&ipasDoc=undefined&codPedido=1370447. 2025.

MACIEL, M. A. M et al. **Produção de aditivo umectante e antioxidante para alimentos desenvolvidos à base de pedúnculo de caju**. Titular: Maria Aparecida Medeiros Maciel. BR n. 102015013232-8B1. Depósito: 18 mai. 2015b. Concessão: 9 mar. 2021. Disponível em: Acesso em: 19 jul. https://busca.inpi.gov.br/pePI/servlet/ImagemDocumentoPdfController?CodDiretoria=200&NumeroID=12de1c87f64d25c42cb54dbe9c2b9d19921862d1df3d1b9a00c51261ac573cde&certificado=undefined&numeroProcesso=&ipasDoc=undefined&codPedido=1366600. 2025.

MOVE CE. Cajucultura se destaca nos municípios do Maciço de Baturité. [*S. l.*], [2024?]. Disponível em: https://moveceara.com.br/2022/03/21/cajucultura-se-destaca-nos-municipios-do-macico-de-baturite/ . Acesso em: 20 de agosto de 2025.

OLIVEIRA, C. F. P. et al. Desenvolvimento, avaliação sensorial e físico-química de barra de cereal de caju. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 7, n. 1: p. 934-942, 2013. DOI: 10.3895/S1981-36862013000100006. Disponível em: https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/1053/949. Acesso em: 13 jul. 2025.

OSEI, E. D. et al. Cashew Apple Pomace: Chemical Composition and Applications in Functional Food Product Development - A Review. **Food Sci. Nutri.**, Praga, v. 13, n. 4, p. 70185, 1 abr. 2025. DOI: 10.1002/fsn3.70185. Disponível em: Acesso em: 12 jul. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12012003/#fsn370185-sec-0009. 2025.

PHAM, D. et al. Fractionation, identification of chemical constituents, and biological properties of cashew (Anacardium occidentale L.) leaf extracts. Food Science & Nutrition, Ho Chi Minh City v. 11, n. 12, p. 7996–8008, 23 set. 2023. DOI: 10.1002/fsn3.3718. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38107119/.

PINTO, C. H. C. **Processo e produção de bio-utensílios descartáveis e biodegradáveis a partir do bagaço do pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale l.*)**. Titular: Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. BR n. 102013017538-2B1. Depósito: 9 jul. 2013. Disponível em: Acesso em: 27 https://busca.inpi.gov.br/pePI/servlet/ImagemDocumentoPdfController?CodDiretoria=200&NumeroID=eb6b75a81a8d75f3c768832dddb2bb0fe3457a51a1bedd435038d70d7d618ddc&certificado=undefined&numeroProcesso=&ipasDoc=undefined&codPedido=1012052. jul. 2025.

REGUENGO, L. M. et al. Agro-industrial by-products: Valuable sources of bioactive compounds. Food Research International, Campinas, v. 152, p. 110871, fev. 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110871. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996921007717.

REZER, B. dos R. et al. **Produção de ácido hialurônico cosmético via rota biotecnológica a partir do bagaço de caju**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/25071/Rezer_Barbara_Godoy_Gabriela_Silva_Leonardo_Moreira_Luisa_2022_TCC.pdf. Acesso em: 27 jul. 2025.

RODRIGUES-FILHO, JOSÉ MARCOS SOUSA. **Goma do cajueiro (Anacardium occidentale): caracterização, microencapsulamento do α-bisabolol e avaliação do efeito cicatrizante em camundongos**. 2020. Dissertação [Mestrado em Ciências Farmacêuticas] - Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/57346/1/2020_dis_jmsrodriguesfilho.pdf>. Acesso em 04 de ago. de 2025.

SILVA, J. S. et al. Cashew apple bagasse as new feedstock for the hydrogen production using dark fermentation process. **Journal of Biotechnology**, Ceará, v. 286, p. 71-78, 20 nov. 2018. Disponível em: Acesso em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016816561830631X#sec0085. 20 jul. 2025.

SHEHU, A. et al. New n-nonadecanoyl-β-sitosterol and other constituents from the stem-bark of Anacardium occidentale. **Natural product research**, Nigeria, v. 35, n. 8, p. 1357–1363, abr. 2021. DOI: 10.1080/14786419.2019.1650353. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31397595/.

SHIEKH, K. A. et al. Preparation and Characterization of Bioactive Chitosan Film Loaded with Cashew (Anacardium occidentale) Leaf Extract. **Polymers**, Tailândia, v. 14, n. 3, p. 540-552, 27 jan. 2022. DOI: 10.3390/polym14030540. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35160528/.

SILVA, D. C. G. et al. Anacardium occidentale L. (cajueiro) in the healing of skin wounds: an experimental study in rats. **Acta Cirúrgica Brasileira**, Belém, v. 37, n. 10, p. e371006, 2023. DOI: https://doi.org/10.1590/acb371006. Disponível em: https://www.scielo.br/j/acb/a/SKjrqrvRsvfCmcKvg8JwgLw/?format=html&lang=en.

SINLAPAPANYA, P. et al. Ethanolic Cashew Leaf Extract: Antimicrobial Activity, Mode of Action, and Retardation of Spoilage Bacteria in Refrigerated Nile Tilapia Slices. **Foods**, Tailândia, v. 11, n. 21, p. 3461-3478, 1 nov. 2022. DOI: 10.3390/foods11213461. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36360074/.

SOUSA, L. M. de B.; BARBOSA, M. C. R.; MEIRELLES, L. M. A. Desenvolvimento e caracterização de um biscoito funcional. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, Teresina, v. 12, n. 3, p. 1-28, 2024. DOI: 10.61164/rmnm.v12i3.3262. Disponível em: https://remunom.ojsbr.com/multidisciplinar/article/view/3262/3376. Acesso em: 13 jul. 2025.

UKWENYA, V. O., ALESE, M. O., OGUNLADE, B., FOLORUNSO, I. M., OMOTUYI, O. I. Anacardium occidentale leaves extract and riboceine mitigate hyperglycemia through anti-oxidative effects and modulation of some selected genes associated with diabetes. **J Diabetes Metab Disord**, Akure, v. 22, n.1, p. 455-468, 08. December 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/s40200-022-01165-2. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s40200-022-01165-2#Abs1.

UNGUREANU, N.; VLĂDUȚ, V.; BIRIȘ, S.-ȘTEFAN. Sustainable Valorization of Waste and By-Products from Sugarcane Processing. Sustainability, Bucareste v. 14, n. 17, p. 11089-11116, 5 set. 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/su141711089. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/14/17/11089.

PÁGINA 53. DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-4

UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA AVALIAR AS PROPRIEDADES BIOLÓGICAS DOS EXTRATOS DAS FOLHAS DO *Anacardium occidentale* L.: ABORDAGEM INTEGRATIVA

Francisco Edson Alves do Nascimento Silva
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
francisco.edson.alves07@aluno.unilab.edu.br
https://orcid.org/0009-0007-1187-6613
http://lattes.cnpq.br/7498338922034613

Isnara Silva Holanda
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
isnaraholanda@aluno.unilab.edu.br
https://orcid.org/0009-0003-6590-0085
http://lattes.cnpq.br/1158674867718212

Lívia Raquel Oliveira Seixas Sousa
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
liviaraquelseixas@gmail.com
https://orcid.org/0009-0002-6145-8122
http://lattes.cnpq.br/3238830389252491

António Wanga Muteka
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
mutekaomoge@gmail.com
https://orcid.org/0009-0008-9132-7223
http://lattes.cnpq.br/9798216928087196

Franciany Costa do Carmo
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
francianycosta@aluno.unilab.edu.br
https://lattes.cnpq.br/1716693368384458
https://orcid.org/0000-0002-7809-2908

Antonio Adilson Oliveira da Silva
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
adilson.oliveira@aluno.unilab.edu.br
https://orcid.org/0009-0005-1245-3386
http://lattes.cnpq.br/0686275313336540

Ana Lydia Costa Franco
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
lydia@aluno.unilab.edu.br
https://orcid.org/0000-0002-2376-9176
http://lattes.cnpq.br/9631863284605500

Ruth Shely de Castro Queirós Pelúcio
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
ruthshely@aluno.unilab.edu.br
https://orcid.org/0009-0000-4366-8965
http://lattes.cnpq.br/9470364909579844

Luanne Eugênia Nunes
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
luanne.eugenia@unilab.edu.br
https://orcid.org/0000-0001-6524-0994
http://lattes.cnpq.br/9146301553052343

Marcelo Vitor de Paiva Amorim
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
marcelo.amorim@unilab.edu.br
http://lattes.cnpq.br/6323471692543395
https://orcid.org/0000-0001-9178-5664

Palavras-chave:
Anacardium occidentale; Extratos da folha; Métodos alternativos; Atividades bioativas.

RESUMO

O uso de plantas medicinais é uma prática milenar relevante para a saúde pública, especialmente no Brasil, país com ampla biodiversidade e forte tradição no uso de recursos naturais. Dentre essas plantas, o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) destaca-se pelo potencial terapêutico de suas folhas, utilizadas no tratamento de infecções, hipertensão e doenças crônicas. Esses benefícios estão relacionados à presença de compostos bioativos com propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes e antimicrobianas. Com base nisso, esta revisão integrativa teve como objetivo avaliar os extratos das folhas do cajueiro por meio de métodos alternativos, buscando identificar sua eficácia terapêutica. A metodologia envolveu a seleção criteriosa de artigos publicados entre 2020 e 2025, nas diversas bases de conhecimento, utilizando operadores booleanos e critérios de inclusão e exclusão bem definidos. Após a triagem de 623 documentos, 14 estudos foram incluídos para análise aprofundada. Os resultados demonstraram que os extratos de *A. occidentale* possuem elevada concentração de compostos fenólicos e flavonoides, apresentando significativas atividades antioxidante, antimicrobiana e anti-inflamatória. Também foi observada a inibição de enzimas associadas a processos inflamatórios e a eficácia contra bactérias patogênicas. Além disso, o uso de métodos alternativos em pesquisas — que evitam o uso de animais vertebrados — reforça o compromisso ético sem comprometer a qualidade científica. Conclui-se que os extratos das folhas de cajueiro representam uma fonte promissora de substâncias bioativas, com aplicações potenciais na medicina tradicional e moderna, além de evidenciar a importância da valorização da biodiversidade brasileira e da adoção de metodologias inovadoras na pesquisa científica.

USE OF ALTERNATIVE METHODS TO ASSESS THE BIOLOGICAL PROPERTIES OF *Anacardium occidentale* L. LEAF EXTRACTS: AN INTEGRATIVE APPROACH

ABSTRACT

The use of medicinal plants is an ancient practice that remains highly relevant to public health, particularly in Brazil—a country known for its vast biodiversity and strong tradition of utilizing natural resources. Among these plants, the cashew tree (Anacardium occidentale L.) stands out for the therapeutic potential of its leaves, which are traditionally used to treat infections, hypertension, and chronic diseases. These health benefits are attributed to the presence of bioactive compounds with anti-inflammatory, antioxidant, and antimicrobial properties. Based on this context, the aim of this integrative review was to evaluate the leaf extracts of A. occidentale using alternative methods, in order to assess their therapeutic efficacy. The methodology involved a rigorous selection of scientific articles published between 2020 and 2025 across various academic databases, employing Boolean operators and clearly defined inclusion and exclusion criteria. After screening 623 documents, 14 studies were included for in-depth analysis. The findings revealed that A. occidentale leaf extracts contain high levels of phenolic compounds and flavonoids, exhibiting significant antioxidant, antimicrobial, and anti-inflammatory activities. Enzyme inhibition related to inflammatory processes and effectiveness against pathogenic bacteria were also observed. Furthermore, the use of alternative research methods—avoiding vertebrate animals—reinforces ethical standards without compromising scientific quality. In conclusion, the leaf extracts of the cashew tree represent a promising source of bioactive substances, with potential applications in both traditional and modern medicine. This also underscores the importance of valuing Brazilian biodiversity and adopting innovative methodologies in scientific research.

Keywords:

Anacardium occidentale;

Leaf extracts;

Alternative methods;

Bioactive activities.

1 INTRODUÇÃO

A resistência crescente de microrganismos patogênicos aos antimicrobianos convencionais representa um desafio global à saúde pública, comprometendo a eficácia terapêutica e elevando os índices de morbimortalidade (Who, 2020). Diante desse cenário, os extratos vegetais surgem como fontes promissoras de novas moléculas bioativas com potencial antimicrobiano e antitumoral.

O cajueiro (*Anacardium occidentale L.*), da família *Anacardiaceae*, é uma planta nativa do Brasil com ampla presença no Nordeste, onde possui valor econômico e uso tradicional na medicina popular. Suas folhas são empregadas no tratamento de inflamações, feridas e infecções (Santos *et al.*, 2018) e são ricas em compostos fenólicos, como flavonoides, taninos e anacardióis, substâncias associadas a atividades antimicrobianas, antioxidantes e citotóxicas (Costa *et al.*, 2015).

A avaliação científica da atividade antimicrobiana e citotóxica de extratos vegetais tradicionalmente envolvia ensaios *in vivo* e modelos animais. No entanto, diante das exigências bioéticas e da necessidade de métodos mais rápidos, reprodutíveis e com menor custo, os métodos alternativos têm ganhado protagonismo. Esses métodos são especialmente relevantes para triagens iniciais de substâncias bioativas e podem reduzir

significativamente a experimentação animal sem comprometer a qualidade dos dados (Barbosa *et al.*, 2017).

Dentre os principais métodos alternativos utilizados para avaliação da atividade antimicrobiana, destacam-se: a difusão em ágar (poço ou disco), a microdiluição em caldo para determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM) e técnicas colorimétricas como o ensaio com resazurina ou TTC. Estas técnicas possibilitam avaliar a sensibilidade de bactérias e fungos frente aos extratos testados, inclusive com análises quantitativas de viabilidade celular microbiana (Silva *et al.*, 2020).

Ensaios *in vitro* com linhagens celulares humanas e murinas têm sido amplamente utilizados na avaliação da segurança e seletividade farmacológica de compostos naturais. Métodos como o MTT, que avalia a atividade mitocondrial, e o *Alamar Blue*, baseado na redução da resazurina, são os mais comuns para detectar efeitos antiproliferativos e citotóxicos. Técnicas complementares, como análise morfológica, citometria de fluxo para apoptose/necrose e teste com *Trypan Blue*, reforçam a análise (Moura *et al.*, 2019). Diante do exposto, este trabalho discute os métodos alternativos aplicados na avaliação da atividade antimicrobiana e citotóxica dos extratos das folhas do cajueiro, abordando seus fundamentos, aplicabilidades e limitações, o qual promove o desenvolvimento de produtos naturais mais seguros e eficazes.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa trata-se de uma revisão integrativa, a qual envolve a coleta, avaliação e síntese ponderada de dados presentes em publicações científicas, visando solucionar uma questão de pesquisa bem definida. A revisão integrativa destaca-se como uma das abordagens mais completas entre os tipos de revisão, possibilitando a incorporação de estudos com variados desenhos metodológicos, englobando tanto abordagens qualitativas quanto quantitativas, experimentais e não experimentais. A principal vantagem desse tipo de revisão reside na criação de uma visão geral e interpretativa sobre um tema específico, auxiliando no fortalecimento do conhecimento científico, na identificação de falhas e na orientação de pesquisas futuras (Souza; Silva; Barros, 2021; Souza; Silva; Carvalho, 2010).

Para realizar esta revisão, foram identificados os problemas e a questão principal: "Quais métodos alternativos são propostos para avaliar as atividades antioxidantes, antimicrobianas e anti-inflamatórias dos extratos de folhas de *Anacardium occidentale*?". As buscas foram realizadas em bases de dados científicas como: SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), a BVS (Biblioteca Virtual em Saúde), o PubMed, o ScienceDirect, o *Web of Science* e o SCOPUS. A seleção dessas plataformas ocorreu devido à sua cobertura extensa em campos como saúde, farmacologia, biotecnologia, química de produtos naturais, biologia molecular e agronomia.

Foram selecionadas publicações entre 2020 a 2025, empregando os termos de acordo com as diretrizes do DeCS e do MeSH, com os operadores booleanos "AND" e "OR" para tornar a busca mais ampla e precisa. Os termos incluídos foram: ("*Anacardium occidentale*" OU "extrato da folha de *Anacardium occidentale*" OU "métodos alternativos" OU "bioensaios" OU "técnica *in vitro*" OU "modelagem *in sílico*" OU "sinergismo farmacológico" OU "citotoxicidade" OU "infravermelho próximo" OU "calibração" OU "quimiometria"). Esses descritores foram utilizados em português e inglês.

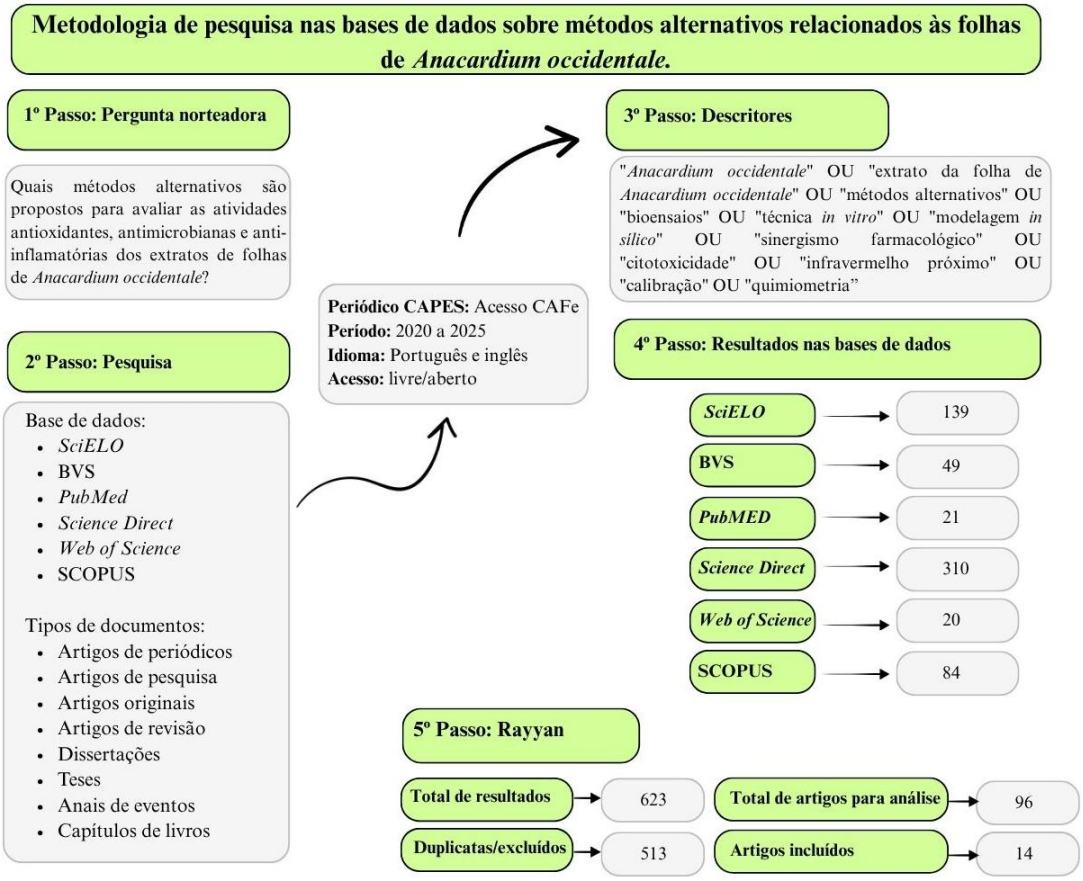
Para selecionar os trabalhos, os seguintes critérios de inclusão foram utilizados: (i) artigos publicados de 2020 a 2025; (ii) textos em português ou inglês, com acesso livre/aberto; (iii) estudos como artigos originais, revisões, avaliações, teses, dissertações, capítulos de livros e anais de eventos; (iv) pesquisas sobre o uso de extratos de folhas de *Anacardium occidentale*; (v) estudos que detalhasse atividades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas do extrato foliar da espécie; (vi) estudos com técnicas laboratoriais, como bioensaios, testes *in vitro*, modelagem *in sílico*, sinergismo farmacológico, espectroscopia no infravermelho próximo, quimiometria e calibração em extratos vegetais.

Para a realização da análise tanto qualitativa, como quantitativa dos resultados obtidos na pesquisa, foi utilizado o software *Rayyan*®, no qual os dados da pesquisa utilizando o descritor foram plotados e analisados. Os artigos que não cumpriam com os critérios de inclusão foram excluídos da avaliação para, em seguida, realizar a leitura e discussão dos resultados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação das estratégias de busca nas bases de dados selecionadas, utilizando a plataforma *Rayyan*®, a amostra inicial compreendeu 623 documentos. Desses, 513 foram excluídos devido as duplicatas e por não atenderem aos critérios de inclusão estabelecidos. Após a análise completa, 96 artigos foram selecionados para avaliação detalhada e, dentre estes, apenas 14 foram utilizados neste estudo.

Figura 1. Fluxograma do processo de seleção dos estudos incluídos na revisão.



Fonte: Autoria própria, 2025.

A Tabela 1 resume os principais resultados dos métodos alternativos para avaliar extratos de *Anacardium occidentale*. Os resultados encontrados mostram a diversidade de metodologias alternativas, as quais podem ser empregadas de acordo com a matriz e o objetivo da técnica.

Tabela 1. Distribuição dos estudos segundo autores e ano, título e principais resultados.

Autor/Ano	Título	Principais resultados
Dinh-Chuong Pham *et al.* (2023)	Fractionation, identification of chemical constituents, and biological properties of cashew (*Anacardium occidentale* L.) leaf extracts.	A fração de acetato de etila (EAF) apresentou altos teores de compostos fenólicos e flavonoides, com atividade antibacteriana significativa contra *Bacillus subtilis* e *Escherichia coli*. Também inibiu as enzimas α-amilase e α-glicosidase e mostrou citotoxicidade contra células HeLa.
Gautier Roko *et al.* (2024)	Comparison of supercritical CO(2) extraction and pressurized fluid extraction for isolation of alkaloids from *Anacardium occidentale* with the study of its anti-inflammatory activity.	Os extratos exibiram propriedades anti-inflamatórias sem citotoxicidade em macrófagos, reduzindo os níveis de proteínas pró-inflamatórias COX-2, COX-1 e TLR4 em células ativadas.
Abdelrahman Osama Ezzat et al. (2024)	Unveiling the corrosion inhibition efficacy and	As nanopartículas de prata reduziram a corrosão do aço carbono em até 90,5% a 40 °C e 90% a 80

	stability of silver nanoparticles synthesized using *Anacardium occidentale* leaf extract for mild steel in a simulated seawater solution.	°C. A 80 °C. As AgNPs (nanopartículas de prata) demonstraram estabilidade bioquímica e térmica, apresentando uma eficiência de inibição de 90%
Luis F. Quejada et al. (2024)	Unmasking the Antifungal Activity of *Anacardium occidentale* Leaf Extract against *Candida albicans*.	O extrato etanólico de *A. occidentale* inibiu a proliferação e o crescimento de *Candida albicans* em concentrações de 62,5 e 125 µg/mL. O extrato induziu o acúmulo de espécies reativas de oxigênio intracelulares (ROS), resultando em estresse no retículo endoplasmático e disfunção mitocondrial, sem mostrar citotoxicidade ou atividade hemolítica nas concentrações avaliadas.
Khursheed Ahmad Shiekh et al. (2022)	Preparation and Characterization of Bioactive Chitosan Film Loaded with Cashew (*Anacardium occidentale*) Leaf Extract.	O extrato etanólico de folhas maduras de cajueiro (MECLE) apresentou a maior atividade antioxidante, com maior capacidade de captura de radicais livres (DPPH), e exibiu as menores concentrações inibitórias mínimas (MIC) e concentrações fúngicas mínimas (MFC) contra *Aspergillus niger*. O filme de quitosana combinado com 5% de MECLE (CH-MECLE-5) apresentou a maior espessura, taxa de transmissão de vapor d'água (WVTR), permeabilidade ao vapor d'água (WVP) e taxa de transmissão de oxigênio (OTR) em comparação com outros filmes.
Luana Souza Amorim *et al.* (2021)	*In vitro antibacterial and* anti-inflammatory effects of *Anacardium occidentale L.* extracts and their toxicity on PBMCs and zebrafish embryos.	Os extratos de folhas de *A. occidentale* mostraram potencial antimicrobiano e modularam a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) *in vitro*, mas também apresentaram efeitos embriotóxicos em zebrafish.
Bamigboye Josiah Taiwo et al. (2020)	Pentagalloylglucose, isolated from the leaf extract of *Anacardium occidentale L., could elicit* rapid and selective cytotoxicity in cancer cells.	Pentagalloylglucose isolada do extrato de folhas de *A. occidentale* L., induziu citotoxicidade rápida e seletiva em células cancerígenas. Em concentrações elevadas, essa substância pode apresentar efeitos pró-oxidantes nas células cancerosas, contrastando com seus efeitos antioxidantes em células normais
Douglas Thainan Silva Lima Mendes et al. (2024)	Extraction of *Anacardium occidentale: A kinetic,* thermodynamic, phytochemical identification, and antibacterial study.	Otimização da extração folhas de *A. occidentale* apresentando significativa atividade antibacteriana, com identificação de compostos fenólicos e flavonoides responsáveis por essa atividade.
Mayowa Saheed Sanusi et al. (2025)	Effect of ultrasound-assisted pasteurization, sweetener types, and cashew leaf extract on the quality and microbial properties of tamarind fruit drinks.	A combinação de pasteurização assistida por ultrassom com extrato de folha de caju e adoçantes naturais demonstrou um efeito sinérgico, reduzindo significativamente as contagens microbianas de forma mais eficaz do que a pasteurização térmica convencional ou o uso isolado de ultrassom. Além disso, a adição do extrato de folha de caju melhorou as propriedades

		antioxidantes e sensoriais da bebida de tamarindo, indicando seu potencial como conservante natural e agente funcional.
P.P. Nadira et al. (2022)	Effects of cashew leaf extract on physicochemical, antioxidant, and antimicrobial properties of N, O–Carboxymethyl chitosan films.	Os filmes de N,O–Carboximetil Quitosana (CMC) incorporados com extrato de folha de caju apresentaram aumento significativo na atividade antioxidante e na atividade antimicrobiana contra *E. coli* e *S.s aureus*. A atividade antioxidante aumentou até seis vezes com a adição de 20% de extrato de folha de caju.
Priscilla C. C. et al. (2023)	UPLC-QTOF-MSE-Based Metabolic Profile to Screening Candidates of Biomarkers of Dwarf-Cashew Clones Resistant and Susceptible to Anthracnose (Colletotrichum gloeosporioides (Penz) Penz. & Sacc.).	A análise metabolômica com UPLC-QTOF-MS^{e} caracterizou 39 metabólitos nas folhas de clones anões de cajueiro, resistentes e suscetíveis à antracnose. A partir da análise quimiométrica (OPLS-DA), foram identificados 12 metabólitos candidatos a biomarcadores.
Omeke B.C.O et al. (2023)	Effects of methanol leaf extract of Anacardium *occidentale treatment on* the hematology of chickens infected with velogenic Newcastle disease virus.	O tratamento profilático com o extrato metanólico de folhas de *A. occidentale* nas dosagens de 300, 150 e 75 mg/kg durante 7 dias, assim como o tratamento terapêutico com 300 mg/kg após a infecção, aumentou significativamente ($p < 0,05$) a contagem de leucócitos nos frangos infectados com o vírus da doença de Newcastle (vNDV). No entanto, o tratamento profilático com 300 mg/kg reduziu significativamente ($p < 0,05$) os parâmetros do perfil eritrocitário.
Meenakshi Kaushik *et al.* (2023)	Antimalarial Activity of *Anacardium occidentale* Leaf Extracts Against Plasmodium falciparum Transketolase (PfTK).	"HELA apresentou 75,45 ± 0,35 % de inibição da atividade da enzima recombinante PfTK e 99,31 ± 0,08 % de inibição do crescimento dos estágios intraeritrocitários de *P. falciparum* (cepa 3D7) na concentração máxima de 50 µg/mL, com IC_{50} de 4,17 ± 0,22 µg/mL. Não houve sinais de toxicidade aguda em camundongos até 300 mg/kg ou efeitos adversos em embriões de zebrafish em concentrações de 0,1 a 10 µg/mL.
Adrielle Rodrigues Costa et al. (2020)	Phytochemical profile of *Anacardium occidentale L.* (cashew tree) and the cytotoxic and toxicological evaluation of its bark and leaf extracts.	Foram encontrados 11 compostos no extrato das folhas, incluindo galoil hexoside e ácido gálico. O extrato foliar não alterou os níveis de tiol, que são indicadores de estresse oxidativo, no modelo *in vivo* utilizando Drosophila melanogaster, mas causou um aumento significativo na concentração de ferro (Fe^{2+}).

Fonte: Autoria própria, 2025.

A análise integrativa dos estudos que avaliaram os extratos das folhas de *Anacardium occidentale L.* revela um amplo potencial bioativo, com destaque para suas propriedades antioxidantes, antimicrobianas e anti-inflamatórias. Esses efeitos foram demonstrados em diversos modelos experimentais, incluindo métodos alternativos, como ensaios *in vitro* e o

uso de organismos substitutivos, a exemplo de *Drosophila melanogaster* e embriões de zebrafish. Tais modelos contribuem para a redução do uso de animais vertebrados e estão alinhados com práticas éticas na pesquisa científica.

Os extratos de folhas apresentaram forte atividade antioxidante, evidenciada pelo alto conteúdo de compostos fenólicos e flavonoides. A fração de acetato de etila (EAF), segundo Pham *et al.* (2023), mostrou grande capacidade de neutralização de radicais livres. Kaushik *et al.* (2023) observaram que o extrato hidroetanólico (HELA) foi capaz de inibir significativamente tanto a enzima transketolase do *Plasmodium falciparum* quanto o próprio crescimento do parasita, sugerindo um possível papel dos antioxidantes na atividade antimalárica.

Além disso, aplicações práticas também foram exploradas. Sanusi *et al.* (2025) demonstraram que a adição do extrato em bebidas de tamarindo aumentou suas propriedades antioxidantes, indicando possível uso como conservante natural. De forma semelhante, Nadira *et al.* (2022) mostraram um aumento de até seis vezes na atividade antioxidante em filmes de N,O-carboximetil quitosana com 20% de extrato, o que pode representar uma inovação para o setor de embalagens alimentícias. Já Costa *et al.* (2020) identificaram compostos como ácido gálico e galloyl-hexosídeo como principais responsáveis pela atividade antioxidante, com potencial aplicação tanto em contextos biológicos quanto industriais.

A atividade antimicrobiana também foi amplamente validada. Pham *et al.* (2023) demonstraram a eficácia da fração EAF contra *Bacillus subtilis* e *Escherichia coli*, enquanto Quejada *et al.* (2024) relataram inibição significativa de *Candida albicans* em baixas concentrações, com aumento do tempo de duplicação fúngico de 2,8 para 22,5 horas, associado ao acúmulo de espécies reativas de oxigênio (ROS).

Shiekh *et al.* (2022) contribuíram ao demonstrar que filmes de quitosana com 5% de extrato etanólico de folhas maduras (CH-MECLE-5) exibiram as menores concentrações inibitórias contra *Aspergillus niger*, sugerindo boa incorporação do extrato na matriz do material. Nadira *et al.* (2022) também evidenciaram ação contra *E. coli* e *Staphylococcus aureus* em filmes de CMC. Em conjunto, esses dados indicam forte potencial dos extratos como agentes antimicrobianos naturais, especialmente promissores para a indústria alimentícia, farmacêutica e de biomateriais.

No que diz respeito à atividade anti-inflamatória, Roko *et al.* (2024) mostraram que os extratos reduziram a expressão de proteínas pró-inflamatórias como COX-1, COX-2 e

TLR4 em macrófagos ativados, sem sinais de citotoxicidade. Amorim *et al.* (2021) também observaram modulação da produção de ROS *in vitro*, embora tenham identificado efeitos embriotóxicos em zebrafish, ressaltando a importância de se ajustarem as concentrações utilizadas para garantir a segurança em futuras aplicações clínicas. A presença consistente de compostos como flavonoides e fenóis parece ser o denominador comum nos estudos, atuando na regulação de vias inflamatórias. Esses dados indicam que os extratos de *A. occidentale* têm potencial como alternativas para terapias anti-inflamatórias.

A utilização de métodos alternativos destacou-se como uma abordagem ética e eficaz. Ensaios com *Drosophila melanogaster*, como o conduzido por Costa *et al.* (2020), permitiram explorar aspectos toxicológicos e fitoquímicos do extrato foliar, que demonstrou não alterar níveis de tiol, mas aumentar a concentração de ferro (Fe^{2+}), sugerindo uma possível interação com íons metálicos. Já os estudos com zebrafish, realizados por Amorim *et al.* (2021) e Kaushik *et al.* (2023), confirmaram a ausência de toxicidade aguda em determinadas concentrações, reforçando a viabilidade de uso desses modelos como substitutos eficazes em avaliações de segurança e eficácia.

4 CONCLUSÃO

A revisão integrativa realizada demonstrou que os extratos das folhas de *Anacardium occidentale* L. apresentam expressivo potencial bioativo, destacando-se pelas atividades antioxidante, antimicrobiana e anti-inflamatória. A presença de flavonoides, fenóis e taninos ressalta a relevância fitoquímica dessa espécie, amplamente utilizada na medicina tradicional brasileira. Esses compostos revelam possibilidades de aplicação em contextos terapêuticos e industriais, favorecendo o desenvolvimento de produtos naturais com eficácia comprovada.

No que se refere aos aspectos metodológicos, observou-se que os métodos alternativos empregados — como os ensaios *in vitro*, a modelagem *in sílico* e o uso de organismos substitutivos, a exemplo de Drosophila melanogaster e embriões de zebrafish — configuram abordagens éticas e eficientes para a triagem de substâncias bioativas. Tais estratégias possibilitam a redução do uso de animais vertebrados, sem prejuízo da qualidade científica, alinhando-se aos princípios dos 3Rs (redução, refinamento e substituição).

Portanto, os resultados obtidos não apenas reforçam o valor farmacológico e terapêutico dos compostos presentes nas folhas do cajueiro, mas também destacam a importância de se investir em métodos inovadores que reduzam o uso de modelos animais, sem comprometer a qualidade e a reprodutibilidade dos dados. Dessa forma, este estudo

contribui para o fortalecimento do conhecimento científico sobre a espécie e abre caminhos promissores para o desenvolvimento de produtos naturais seguros, eficazes e ecologicamente responsáveis.

REFERÊNCIAS

ALVES, P. C. C. *et al.* UPLC-QTOF-MS^{e}-based metabolic profile to screening candidates of biomarkers of dwarf-cashew clones resistant and susceptible to anthracnose (Colletotrichum gloeosporioides). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 34, n. 11, p. 1652-1668, 2023.

AMORIM, L. S. et al. In vitro antibacterial and anti-inflammatory effects of Anacardium occidentale L. extracts and their toxicity on PBMCs and zebrafish embryos. **Drug and Chemical Toxicology**, v. 45, n. 6, p. 2653-2663, 2021. DOI: 10.1080/01480545.2021.1981365.

BABIGBOYE, J. T. et al. Pentagalloylglucose, isolated from the leaf extract of Anacardium occidentale L., could elicit rapid and selective cytotoxicity in cancer cells. **BMC Complementary Medicine and Therapies**, v. 20, p. 287, 2020. DOI: 10.1186/s12906-020-03075-3.

BARBOSA, W. L. R. et al. Ensaios toxicológicos *in vitro*: uma ferramenta essencial na avaliação de segurança de produtos naturais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 27, n. 5, p. 585–598, 2017.

COSTA, A. F. et al. Estudo fitoquímico e farmacológico do *Anacardium occidentale* L. (cajueiro). **Revista Fitos, v. 9, n. 2, p. 122–131, 2015.**

KAUSHIK, M. et al. Antimalarial activity of Anacardium occidentale leaf extracts against Plasmodium falciparum Transketolase (PfTK). **Acta Parasitologica**, v. 68, n. 4, p. 832-841, 2023.

MARTINS, T. S. *et al.* Diagnostic leaves for evaluating dwarf cashew nutritional status. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 49, e0240080, 2025.

MOURA, J. P. *et al.* Atividade citotóxica de extratos vegetais do cajueiro frente a células tumorais humanas. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 21, n. 3, p. 435–441, 2019.

NADIRA, P. P. et al. Effects of cashew leaf extract on physicochemical, antioxidant, and antimicrobial properties of N,O-Carboxymethyl chitosan films. **Carbohydrate Polymer Technologies and Applications**, v. 3, art. 100191, 2022.

OM EKE, B. C. O. et al. Effects of methanol leaf extract of Anacardium occidentale treatment on the hematology of chickens infected with velogenic Newcastle disease virus. **Tropical Animal Health and Production**, 2023.

PHAM, D.-C. et al. Fractionation, identification of chemical constituents, and biological properties of cashew (Anacardium occidentale L.) leaf extracts. **Food Science & Nutrition**, v. 11, p. 7996–8008, 2023.

RAJKUMAR, M. et al. Magnetic nanoparticles of Fe_3O_4 biosynthesis using Anacardium occidentale fruit extract: evaluation of in vitro antioxidant, antibacterial, antidiabetic, anti-cholinesterase and cytotoxic activities. **Inorganic Chemistry Communications**, v. 175, p. 114107, 2025.

ROKO, G. et al. Comparison of supercritical CO_2 extraction and pressurized fluid extraction for isolation of alkaloids from Anacardium occidentale with the study of its anti-inflammatory activity. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 315, p. 116525, 2024.

SANTIAGO, W. C.; SOUZA, T. M.; AKISUE, R. A. Unreinforced concrete masonry under compression: Brazilian statistics, reliability analysis and code calibration. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, 2024.

SANTOS, R. M. et al. Uso tradicional e potencial terapêutico do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) no semiárido brasileiro. **Revista Ciência Plural, v. 4, n. 2, p. 45–59, 2018.**

SANUSI, M. S. et al. Effect of ultrasound-assisted pasteurization, sweetener types, and cashew leaf extract on the quality and microbial properties of tamarind fruit drinks. **Food and Humanity**, art. 100624, 2025.

SILVA, K. L. *et al.* Avaliação da atividade antimicrobiana de extratos de *Anacardium occidentale* frente a cepas multirresistentes. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 18, n. 1, p. 78–85, 2020.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; BARROS, A. J. D. Revisão integrativa: o que é e como fazer. ***Einstein*** *(São Paulo)*, v. 9, n. 1, p. 102–106, 2021.

THAKUR, M. *et al.* Modern approaches in the discovery and development of plant-based natural products and their analogues as potential therapeutic agents. **Molecules**, v. 27, n. 2, p. 349, 2022.

UWKENYA, V. et al. Cytoprotective activities of Anacardium occidentale (Linn) on the testis of streptozotocin-induced diabetic rats. **European Journal of Anatomy**, v. 17, n. 2, p. 92-101, 2013.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. Antibacterial agents in clinical development: an analysis of the antibacterial clinical development pipeline. **Geneva**: WHO, 2020.

PÁGINA 65. DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-5

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E CITOTÓXICA DOS EXTRATOS DA FOLHA DE *Anacardium occidentale*: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Ruth Shely de Castro Queirós Pelúcio
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
ruthshely@aluno.unilab.edu.br
https://orcid.org/0009-0000-4366-8965
http://lattes.cnpq.br/9470364909579844

Raniery Rodrigues Silva Filho
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
ranieryfilho.rf@gmail.com
https://orcid.org/0009-0001-3396-9796
http://lattes.cnpq.br/9883264746635133

António Wanga Muteka
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
mutekaomoge@gmail.com
https://orcid.org/0009-0008-9132-7223
http://lattes.cnpq.br/9798216928087196

Franciany Costa do Carmo
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
francianycosta@aluno.unilab.edu.br
https://lattes.cnpq.br/1716693368384458
https://orcid.org/0000-0002-7809-2908

Isnara Silva Holanda
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
isnaraholanda@aluno.unilab.edu.br
https://orcid.org/0009-0003-6590-0085
http://lattes.cnpq.br/1158674867718212

Ana Lydia Costa Franco
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
lydia@aluno.unilab.edu.br
https://orcid.org/0000-0002-2376-9176
http://lattes.cnpq.br/9631863284605500

Francisco Edson Alves do Nascimento Silva
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
francisco.edson.alves07@aluno.unilab.edu.br
https://orcid.org/0009-0007-1187-6613
http://lattes.cnpq.br/7498338922034613

Francisco Iuri da Silva Martins
Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza – Ceará
iurimartins@aluno.unilab.edu.br
https://orcid.org/0000-0003-3524-5609
http://lattes.cnpq.br/1717453449318463

Luanne Eugênia Nunes
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
luanne.eugenia@unilab.edu.br
https://orcid.org/0000-0001-6524-0994
http://lattes.cnpq.br/9146301553052343

Marcelo Vitor de Paiva Amorim
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
marcelo.amorim@unilab.edu.br
http://lattes.cnpq.br/6323471692543395
https://orcid.org/0000-0001-9178-5664

RESUMO

Anacardium occidentale L. têm sido amplamente empregadas na medicina tradicional brasileira e vêm atraindo crescente interesse científico em razão de sua composição rica em flavonoides, taninos, terpenos e outros metabólitos secundários associados a atividades antimicrobianas, antioxidantes, anti-inflamatórias e citotóxicas. Nesta revisão integrativa, foram analisadas evidências contemporâneas sobre o potencial antimicrobiano e citotóxico desses extratos, a partir de buscas sistemáticas realizadas nas bases SciELO, PubMed, Web of Science e Scopus. Dos 3.705 registros inicialmente identificados, somente 8 estudos atenderam aos critérios de inclusão. Os resultados demonstraram que os extratos foliares apresentam ação antimicrobiana significativa contra bactérias e fungos de relevância clínica, frequentemente atribuída à presença de compostos fenólicos e terpenoides capazes de comprometer a integridade celular microbiana. Além disso, em um dos estudos incluídos, foi identificada ainda a pentagaloilglicose como molécula com citotoxicidade seletiva frente a linhagens tumorais, ampliando as perspectivas de aplicação farmacológica. Embora as evidências disponíveis reforcem o potencial terapêutico das folhas de A. *occidentale*, a variabilidade nas metodologias empregadas e na padronização dos extratos utilizados indica a necessidade de estudos adicionais mais consistentes, que permitam aprofundar a elucidação dos mecanismos moleculares envolvidos e subsidiar o desenvolvimento de produtos naturais seguros, eficazes e tecnologicamente aplicáveis.

Palavras-chave:
Anacardium occidentale L.;
Antimicrobiano;
Citotóxico.

USE OF ALTERNATIVE METHODS TO ASSESS THE BIOLOGICAL PROPERTIES OF *Anacardium occidentale* L. LEAF EXTRACTS: AN INTEGRATIVE APPROACH

ABSTRACT

Anacardium occidentale L. has been widely employed in Brazilian traditional medicine and has attracted increasing scientific interest due to its richness in flavonoids, tannins, terpenes, and other secondary metabolites associated with antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, and cytotoxic activities. In this integrative review, contemporary evidence on the antimicrobial and cytotoxic potential of these extracts was analyzed based on systematic searches conducted in SciELO, PubMed, Web of Science, and Scopus. Of the 3,705 records initially identified, only eight studies met the inclusion criteria. The findings demonstrated that the leaf extracts exhibit significant antimicrobial activity against clinically relevant bacteria and fungi, frequently attributed to the presence of phenolic and terpenoid compounds capable of disrupting microbial cellular integrity. In addition, one of the included studies identified pentagalloylglucose as a molecule with selective cytotoxicity against tumor cell lines, expanding the pharmacological perspectives associated with the species. Although the available evidence reinforces the therapeutic potential of A. occidentale leaves, the variability in methodological approaches and in the standardization of the extracts highlights the need for more consistent and comprehensive studies to further elucidate the underlying molecular mechanisms and support the development of safe, effective, and technologically applicable natural products

Keywords:

Anacardium occidentale L.;

Antimicrobial;

Cytotoxic.

1 INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma espécie nativa do Brasil e amplamente cultivada em regiões tropicais, destacando-se não apenas pelo valor econômico de seu fruto, mas também pelo potencial medicinal de suas diversas partes. Suas folhas, em particular, têm sido utilizadas tradicionalmente em comunidades do Nordeste brasileiro para o tratamento de inflamações, infecções e outras condições de saúde, demonstrando uma longa história de conhecimento etnobotânico associado à espécie (Araújo *et al.*, 2018; Novaes; Novaes, 2021). Essa tradição popular, aliada à crescente valorização de produtos naturais, despertou interesse científico para investigar e validar os efeitos biológicos atribuídos a esses extratos.

Pesquisas recentes têm evidenciado que as folhas de *A. occidentale* contêm uma gama diversificada de compostos bioativos, incluindo flavonoides, taninos, fenóis, ácidos orgânicos e outros metabólitos secundários. Esses compostos apresentam atividades biológicas relevantes, como ação antimicrobiana contra bactérias e fungos patogênicos, propriedades antioxidantes que neutralizam radicais livres e potencial anti-inflamatório capaz de modular respostas celulares associadas a processos inflamatórios (Baptista *et al.*, 2020). Além disso, a presença de tais moléculas bioativas sugere um potencial significativo para aplicações tecnológicas, principalmente nos setores alimentício e cosmético, como

ingredientes funcionais capazes de melhorar a qualidade nutricional e preservar produtos de maneira natural, bem como em formulações cosméticas que buscam propriedades antioxidantes e protetoras da pele.

Apesar do crescente interesse científico, ainda existem lacunas importantes no entendimento completo do potencial biológico dos extratos foliares de *A. occidentale*. Estudos isolados apresentam resultados promissores, mas a sistematização desses dados é limitada, especialmente no que se refere à eficácia frente a diferentes cepas microbianas e à avaliação dos efeitos celulares e citotóxicos. Essa lacuna evidencia a necessidade de revisões integrativas que consolidem o conhecimento disponível, permitindo uma compreensão mais ampla sobre a segurança, eficácia e aplicabilidade dos extratos.

Além de seu valor terapêutico, a exploração sustentável das folhas de cajueiro possui relevância econômica e ambiental. O desenvolvimento de produtos naturais derivados da planta pode contribuir para a inovação industrial, oferecendo alternativas funcionais para os setores alimentício, cosmético e farmacêutico, ao mesmo tempo em que promove a valorização da biodiversidade brasileira (Moura 2002). A integração de dados científicos com o conhecimento tradicional abre caminhos para aplicações responsáveis, seguras e economicamente viáveis, reforçando a importância de estudos que conectem a bioatividade das folhas com seu potencial tecnológico e sustentável.

Diante disto, o objetivo deste capítulo foi explorar as propriedades biológicas do extrato das folhas de *Anacardium occidentale L.*, com ênfase em sua atividade antimicrobiana e citotóxica. A pesquisa busca avaliar a eficácia do extrato contra diferentes cepas bacterianas e fúngicas, investigar os efeitos sobre as previsões celulares e considerar sua aplicação potencial no desenvolvimento de novos agentes terapêuticos. Desta forma, pretende-se contribuir para o entendimento das propriedades benéficas dessa planta e para a busca de alternativas eficazes no enfrentamento da resistência microbiana.

2 METODOLOGIA

Esta revisão foi realizada para examinar as evidências científicas relacionadas às atividades biológicas do extrato das folhas de *Anacardium occidentale* L., focando em seu potencial antimicrobiano e citotóxico, além de sua utilidade na criação de novos agentes terapêuticos. A metodologia seguiu um protocolo sistemático, dividido em etapas rigorosas para assegurar a robustez científica e a qualidade do processo de análise e seleção do material estudado. O estudo foi orientado pela pergunta: "Quais evidências científicas demonstram

as atividades antimicrobianas e citotóxicas das folhas de *Anacardium occidentale* L., e qual seu potencial para o desenvolvimento de novos agentes terapêuticos?". Isso garantiu uma pesquisa objetiva e informações sempre alinhadas ao eixo central do estudo.

Para iniciar a análise, foi utilizado os descritores controlados do DeCS/MeSH, descritores não controlados e com auxílio dos operadores booleanos "OR" e "AND", foi obtido os seguintes termos para a pesquisa ("*Anacardium occidentale*") AND " Folhas de Plantas" OR "Extratos de Plantas" OR "Atividade Antimicrobiana" OR "Agentes Anti-Infecciosos" OR "Resistência Microbiana a Medicamentos" OR "Teste de Sensibilidade Microbiana".

Tabela 1. Descritores utilizados para indexação dos estudos com *A. occidentale.*

Tópico	Português	Inglês	Código DeCS/MeSH	Controlado
Planta e Parte Usada	*Anacardium occidentale*	*Anacardium occidentale*	36648	Sim
	Folhas de plantas	Plant Leaves	32084	Sim
	Extratos vegetais	Plant Extracts	23138	Sim
Atividade Antimicrobiana	Atividade antimicrobiana	Antimicrobial Activity	–	Não
	Agentes anti-infecciosos	Anti-Infective Agents	903	Sim
	Resistência microbiana a medicamentos	Drug Resistance, Microbial	22165	Sim
	Testes de sensibilidade microbiana	Microbial Sensitivity Tests	24244	Sim
Atividade Citotóxica	Citotoxicidade	Cytotoxicity, Immunologic	3623	Sim
Composição e Mecanismo	Compostos fenólicos	Phenols	10828	Sim
Métodos de Estudo	Técnicas microbiológicas	Microbiological Techniques	29181	Sim
	Difusão em ágar	Agar Diffusion Test	–	Não

Fonte: Autoria própria, 2025.

Desta forma, fez-se uma busca abrangente em bases confiáveis e dinamicamente escolhidas como *SciELO, PubMed, Web of Science e Scopus*. Para critério de inclusão, foram

incluídos estudos publicados entre 2020–2025, em português ou inglês, com acesso livre, totalizando 3.705 registros iniciais. Após remoção de duplicatas (n=40) foi realizada a triagem por relevância, a qual se iniciou o processo de exclusão de artigos que não atendiam as necessidades do estudo, artigos que fugiram do tema central e que continham informações divergentes com o material de estudo (exclusão de 3.603 registros), 102 artigos foram analisados e os critérios de exclusão foram estudos que utilizavam partes divergentes ao estudo da Anacardium occidentale como, casca, caule, pseudo fruto, castanha e subproduto, bem como, estudos que continham linhas de pesquisas que não atendiam a análise microbiológica e citotóxica, dos quais 8 atenderam aos critérios de inclusão.

Os artigos selecionados foram analisados quanto à metodologia empregada, resultados obtidos e conclusões. A análise incluiu uma avaliação da atividade antimicrobiana dos extratos, utilizando diferentes cepas bacterianas e fúngicas, bem como a citotoxicidade em culturas celulares. Os dados foram organizados em tabelas e gráficos para facilitar a visualização e a comparação dos resultados.

A metodologia adotada permitiu uma análise abrangente e sistemática da literatura disponível sobre a atividade antimicrobiana e citotóxica das folhas de cajueiro. Os resultados obtidos contribuem para um melhor entendimento das propriedades biológicas dessa planta, além de abrir caminhos para futuras pesquisas na área de fitoterapia e desenvolvimento de novos agentes antimicrobianos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A realização da busca avançada nas bases de dados selecionadas, selecionou inicialmente, 1.245 documentos, incluindo publicações científicas, capítulos de livros, dissertações e artigos de periódicos, disponíveis em português e inglês, todos com acesso aberto. Após a remoção de 212 registros duplicados, 1.033 títulos passaram por uma triagem minuciosa baseada na leitura dos títulos e resumos, sendo descartados por não se adequarem aos critérios de inclusão previamente definidos. Ao final do processo de seleção, foram incluídos 8 estudos, conforme apresentado na Tabela 2, para compor a amostra da presente análise, conforme metodologia semelhante à utilizada por Kaushik *et al.* (2023) e Duangjan *et al.* (2021).

Entre os 8 artigos incluídos na amostra, 25% (n = 2) foram originários do Brasil, 12,5% (n = 1) da Índia, 12,5% (n = 1) da Colômbia, 12,5% (n = 1) da Polônia, 12,5% (n = 1) da Nigéria, 12,5% (n = 1) da África do Sul, e 4,16% (n = 1) da Tailândia, 4,16% (n = 1)

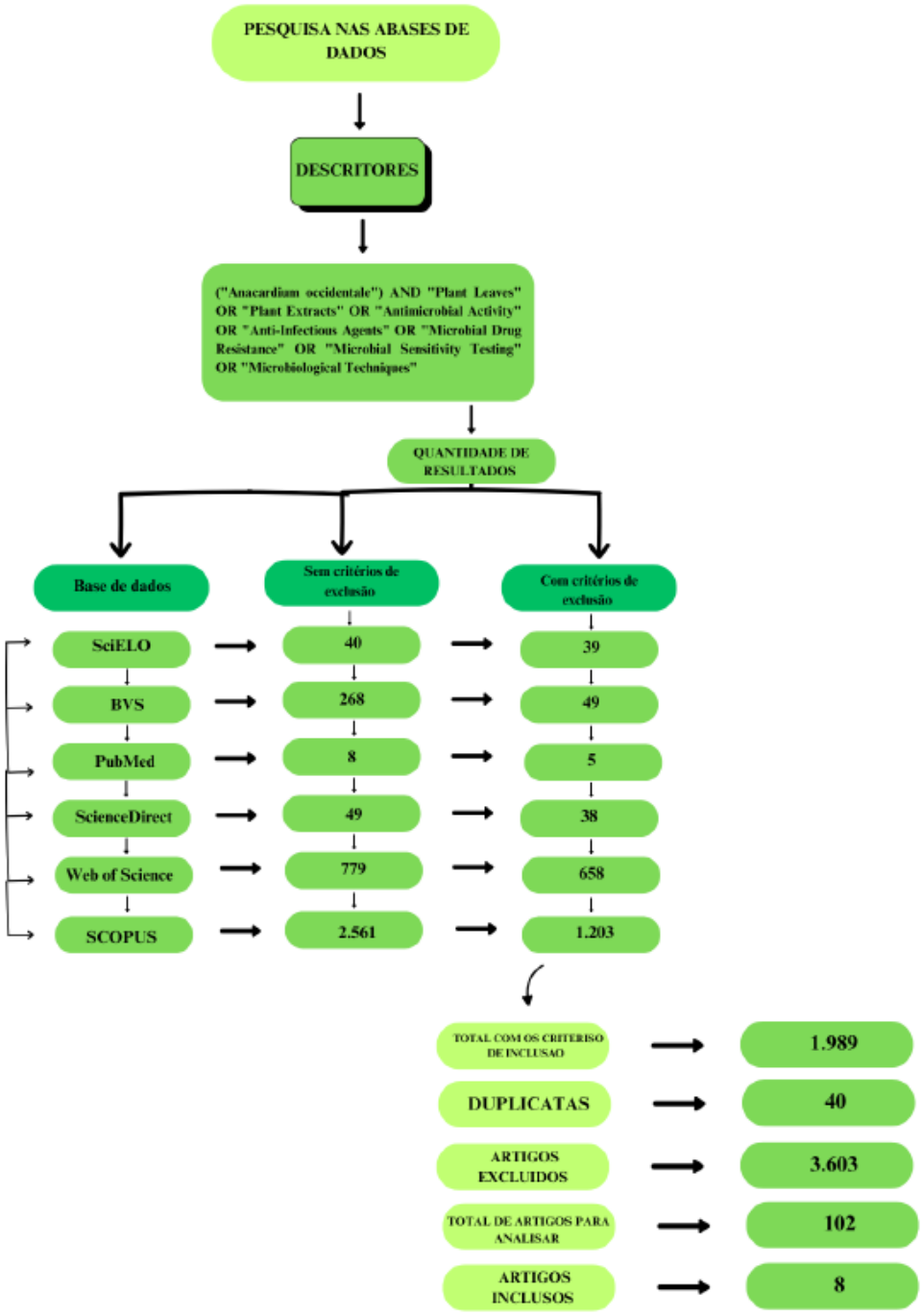
da Alemanha e 4,16% (n = 1) da China (considerando a divisão proporcional nos artigos com múltiplos países). O ano de 2021 foi um dos mais representativos, com 37,5% dos estudos (n = 3), seguido de 2023 com 12,5% (n = 1), 2024 com 12,5% (n = 1), 2022 com 12,5% (n = 1), 2020 com 12,5% (n = 1) e 2025 com 12,5% (n = 1).

O processo de seleção dos estudos (Figura 1) demonstrou a importância da triagem criteriosa na construção de revisões integrativas. Dos 1.245 registros iniciais, apenas 8 artigos atenderam aos critérios de inclusão, evidenciando que, embora haja crescente interesse no estudo das folhas de *Anacardium occidentale*, ainda existe uma escassez de pesquisas que explorem de forma específica seus efeitos antimicrobianos, antioxidantes e citotóxicos.

A distribuição geográfica dos trabalhos analisados indica uma diversidade relevante. O Brasil e a Nigéria se destacam com maior produção, reforçando a importância do cajueiro em regiões tropicais, onde a planta é abundante e possui forte uso tradicional. Países como Índia, Tailândia, Polônia e Colômbia também contribuíram, demonstrando que o interesse científico em torno da espécie ultrapassa fronteiras culturais e ambientais. Em termos cronológicos, observa-se maior concentração de publicações em 2021 e 2023, o que sugere intensificação recente das investigações relacionadas à aplicabilidade farmacológica e industrial das folhas de cajueiro.

A Tabela 2 apresenta um panorama geral dos principais resultados obtidos a partir da análise dos extratos das folhas de *Anacardium occidentale*. Os estudos revisados exploraram diferentes propriedades biológicas, com destaque para as atividades antimicrobianas, citotóxicas, antioxidantes e anti-inflamatórias (Taiwo *et al.*, 2020; Amorim *et al.*, 2021; Roko *et al.*, 2024).

Figura 1. Fluxograma do processo de seleção dos estudos incluídos na revisão.



Fonte: Autoria própria, 2025.

Abordagens inovadoras, como a incorporação dos extratos em formulações farmacêuticas e sistemas nanoestruturados, demonstraram efeitos promissores, indicando possíveis aplicações nos setores farmacêutico, cosmético e alimentício (Duangjan *et al.*, 2021; Kaushik *et al.*, 2023). O potencial antioxidante da planta foi investigado em modelos in vitro e in vivo, sugerindo sua eficácia na proteção contra danos oxidativos e sua utilidade no

desenvolvimento de novos produtos com ação terapêutica (Oyagbemi *et al.*, 2022; Pedro *et al.*, 2025).

Tabela 2. Distribuição dos estudos segundo autores (ano), título, país e principais resultados

Autor e ano de publicação	Título	País	Principais resultados
Meenakshi Kaushik *et al.* (2023)	*Antimalarial Activity of Anacardium occidentale Leaf Extracts Against Plasmodium falciparum Transketolase (PfTK)*	Índia	Explorar a atividade antimalárica de extratos derivados das folhas da planta *Anacardium occidentale* L.
Bamigboye J Taiwo *et al.* (2020)	*Pentagalloylglucose, isolated from the leaf extract of Anacardium occidentale L., could elicit rapid and selective cytotoxicity in cancer cells*	Nigéria / África do Sul	Explorou a composição fitoquímica da planta e a atividade anticancerígena de um composto isolado.
Chatrawee Duangjan *et al.* (2021)	*Anacardium occidentale L. Leaf Extracts Protect Against Glutamate/H_2O_2-Induced Oxidative Toxicity and Induce Neurite Outgrowth*	Tailândia / Alemanha / China	Mostrou efeitos neuroprotetores e estimulou o crescimento de neuritos via vias SIRT1/Nrf2.
Gautier Roko *et al.* (2024)	*Comparison of supercritical CO_2 extraction and pressurized fluid extraction for isolation of alkaloids from Anacardium occidentale with the study of its anti-inflammatory activity*	Polônia / Togo	Extratos exibem propriedades anti-inflamatórias sem citotoxicidade em macrófagos, reduzindo proteínas inflamatórias.
Ademola Adetokunbo Oyagbemi *et al.* (2022)	*Leaf extract of Anacardium occidentale ameliorates biomarkers of neuroinflammation, memory loss, and neurobehavioral deficit in L-NAME treated rats*	Nigéria / África do Sul	Reverteu os efeitos neurotóxicos induzidos por L-NAME, melhorando comportamentos e marcadores oxidativos.
Pedro *et al.* (2025)	*Antiulcerative and antioxidant action of hydroalcoholic extract of Anacardium occidentale L. leaves in an induced experimental colitis model*	Brasil	O extrato de 100 mg/kg atenuou colite em ratos por ação antioxidante.
Andrés M Rojas *et al.* (2021)	*Anacardium excelsum phytochemical analysis and in vitro antimicrobial activity against oral cavity microorganisms*	Colômbia	Frações de acetato de etila e acetona apresentaram maior atividade antimicrobiana por conter compostos fenólicos e terpenos.
Luana Souza Amorim *et al.* (2021)	*In vitro antibacterial and anti-inflammatory effects of Anacardium occidentale L. extracts and their toxicity on PBMCs and zebrafish embryos*	Brasil	Avaliou ação antimicrobiana e imunomoduladora, além da toxicidade celular e em peixes-zebra.

Fonte: Autoria própria, 2025.

Os resultados apresentados na Tabela 2 mostram que os extratos da planta apresentam atividades múltiplas e promissoras. Os estudos de Amorim *et al.* (2021) e Rojas *et al.* (2021) confirmaram o efeito antimicrobiano, sugerindo que os compostos fenólicos e terpenos presentes podem atuar contra bactérias e microrganismos da cavidade oral. Esses achados reforçam o potencial da espécie como fonte de agentes alternativos no combate a infecções.

Outro destaque foi a atividade antioxidante, relatada por Duangjan *et al.* (2021), Oyagbemi *et al.* (2022) e Pedro *et al.* (2025). Os estudos demonstraram que os extratos reduzem o estresse oxidativo em modelos *in vitro* e *in vivo*, além de protegerem contra danos neuronais e inflamações intestinais. Esses resultados dialogam com achados prévios de Novaes e Novaes (2021), que ressaltaram o potencial antioxidante e anti-inflamatório dos metabólitos secundários presentes nas folhas.

A atividade anti-inflamatória também foi consistente. Roko *et al.* (2024) mostraram que os extratos obtidos por diferentes técnicas de extração reduziram proteínas pró-inflamatórias sem causar citotoxicidade, enquanto Amorim *et al.* (2021) destacaram efeitos imunomoduladores. Esses achados apontam para a possibilidade de desenvolvimento de novos agentes anti-inflamatórios de origem natural, alinhados com a busca por alternativas menos agressivas que os fármacos sintéticos.

Além disso, a investigação de Taiwo *et al.* (2020) identificou a pentagalloylglucose como um composto com ação citotóxica seletiva contra células cancerígenas, evidenciando um potencial promissor para pesquisas em oncologia. A descoberta de moléculas com seletividade para células tumorais abre espaço para futuros ensaios clínicos e aplicações farmacêuticas.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesta revisão demonstram que as folhas de *Anacardium occidentale* L. constituem uma fonte relevante de compostos bioativos com expressivo potencial terapêutico. A análise integrativa dos oito estudos selecionados evidenciou que os extratos foliares apresentam atividades antimicrobianas, antioxidantes, anti-inflamatórias e citotóxicas, atribuídas principalmente à presença de flavonoides, taninos, fenóis e outros metabólitos secundários. Em particular, os efeitos antimicrobianos observados contra diferentes cepas bacterianas e fúngicas reforçam a aplicabilidade da espécie como alternativa natural frente ao avanço da resistência microbiana, enquanto os resultados citotóxicos

seletivos e as propriedades neuro e gastroprotetoras ampliam o espectro de aplicações farmacológicas.

Apesar dos achados promissores, a revisão também evidenciou a existência de lacunas importantes no conhecimento disponível, incluindo a falta de padronização metodológica, a escassez de estudos clínicos e a limitada investigação sobre mecanismos moleculares subjacentes às atividades observadas. A variabilidade nos métodos de extração, modelos experimentais e formas de avaliação dificulta a comparação direta entre os estudos e evidencia a necessidade de abordagens experimentais mais uniformes e robustas.

De modo geral, os dados sugerem que as folhas de *A. occidentale* apresentam alto potencial para o desenvolvimento de novos agentes terapêuticos e aplicações industriais nos setores farmacêutico, cosmético e alimentício. Contudo, para consolidar sua aplicabilidade científica e tecnológica, estudos futuros devem aprofundar a caracterização química, explorar mecanismos de ação, avaliar *in vivo* a segurança e eficácia dos extratos e investigar modelos de entrega inovadores. Assim, esta revisão contribui para a compreensão ampliada das propriedades biológicas da espécie e reforça a importância de pesquisas contínuas e sistemáticas que possam transformar seu potencial bioativo em aplicações concretas e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

AMORIM, L. S. et al. Efeitos antibacterianos e anti-inflamatórios in vitro de extratos de *Anacardium occidentale* L. e sua toxicidade em PBMCs e embriões de peixe-zebra. **Drug and Chemical Toxicology, v. 45, n. 6, p. 2653–2663, 2021.**

AMORIM, L. S. et al. In vitro antibacterial and anti-inflammatory effects of Anacardium occidentale L. extracts and their toxicity on PBMCs and zebrafish embryos. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 31, n. 2, p. 283–290, 2021.

BAPTISTA, A. B. **Extrato de folhas de caju (*Anacardium occidentale* L.) e de cajuí (*Anacardium microcarpum* D.): prospecção fitoquímica, atividade antioxidante, antimicrobiana e anti-inflamatória, in vitro e in vivo**. 2018. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.

BATISTA, A. B. et al. Efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios dos extratos de *Anacardium occidentale* L. e *Anacardium microcarpum* D. no fígado de camundongos com deficiência de IL-10. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, p. 3054521, 13 p., 2020. DOI: 10.1155/2020/3054521.**

DUANGJAN, C. et al. Anacardium occidentale L. leaf extracts protect against glutamate/H_2O_2-induced oxidative toxicity and induce neurite outgrowth. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 139, p. 111592, 2021.

KAUSHIK, M. et al. Antimalarial activity of Anacardium occidentale leaf extracts against Plasmodium falciparum transketolase (PfTK). **Acta Parasitologica**, v. 68, n. 4, p. 832–841, 2023. DOI: 10.1007/s11686-023-00718-6.

MOURA, L. G. V. **Indicadores para avaliação da sustentabilidade em sistemas de produção da agricultura familiar: o caso dos fumicultores de Agudo-RS**. 2002. 249 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

OYAGBEMI, A. A. et al. O extrato de folhas de *Anacardium occidentale* melhora biomarcadores de neuroinflamação, perda de memória e déficit neurocomportamental em ratos tratados com L-NAME. **Biomarkers, v. 28, n. 3, p. 263–272, 2023. DOI: 10.1080/1354750X.2022.2164354.**

OYAGBEMI, A. A. et al. Leaf extract of Anacardium occidentale ameliorates biomarkers of neuroinflammation, memory loss and neurobehavioral deficit in L-NAME-treated rats. **Metabolic Brain Disease**, v. 37, p. 215–228, 2022.

PEDRO, L. et al. Antiulcerative and antioxidant action of hydroalcoholic extract of Anacardium occidentale L. leaves in an induced experimental colitis model. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 40, 2025.

PINTO, I. F. **Avaliação das atividades antimicrobiana, citotóxica e genotóxica da goma do cajueiro (*Anacardium occidentale* Linn)**. Monografia (Bacharelado em Farmácia) – Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2015.

ROJAS, A. M. et al. *Anacardium excelsum phytochemical analysis and in vitro antimicrobial activity against oral cavity microorganisms.* **Acta Odontológica Latinoamericana, v. 34, n. 2, p. 127–135, 2021. DOI: 10.54589/aol.34/2/127.**

ROKO, G. et al. Comparison of supercritical CO_2 extraction and pressurized fluid extraction for isolation of alkaloids from Anacardium occidentale with anti-inflammatory activity. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 198, p. 106906, 2024.

TAIWO, B. J. et al. Pentagalloylglucose isolated from the leaf extract of Anacardium occidentale L. elicits rapid and selective cytotoxicity in cancer cells. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 259, p. 112924, 2020.

PÁGINA 77. DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-6

ATIVIDADES ANTIOXIDANTE E ANTI-INFLAMATÓRIA NAS FOLHAS DE *Anacardium occidentale* L.: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Franciany Costa do Carmo
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
francianycosta@aluno.unilab.edu.br
https://lattes.cnpq.br/1716693368384458
https://orcid.org/0000-0002-7809-2908

Isnara Silva Holanda
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
isnaraholanda@aluno.unilab.edu.br
https://orcid.org/0009-0003-6590-0085
http://lattes.cnpq.br/1158674867718212

Antonio Adilson Oliveira da Silva
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
adilson.oliveira@aluno.unilab.edu.br
https://orcid.org/0009-0005-1245-3386
http://lattes.cnpq.br/0686275313336540

Francisco Edson Alves do Nascimento Silva
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
francisco.edson.alves07@aluno.unilab.edu.br
https://orcid.org/0009-0007-1187-6613
http://lattes.cnpq.br/7498338922034613

Ana Lydia Costa Franco
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
lydia@aluno.unilab.edu.br
https://orcid.org/0000-0002-2376-9176
http://lattes.cnpq.br/9631863284605500

Ruth Shely de Castro Queirós Pelúcio
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
ruthshely@aluno.unilab.edu.br
https://orcid.org/0009-0000-4366-8965
http://lattes.cnpq.br/9470364909579844

Lívia Raquel Oliveira Seixas Sousa
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
liviaraquelseixas@gmail.com
https://orcid.org/0009-0002-6145-8122
http://lattes.cnpq.br/3238830389252491

António Wanga Muteka
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
mutekaomoge@gmail.com
https://orcid.org/0009-0008-9132-7223
http://lattes.cnpq.br/9798216928087196

Luanne Eugênia Nunes
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
luanne.eugenia@unilab.edu.br
https://orcid.org/0000-0001-6524-0994
http://lattes.cnpq.br/9146301553052343

Marcelo Vitor de Paiva Amorim
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Redenção – Ceará
marcelo.amorim@unilab.edu.br
http://lattes.cnpq.br/6323471692543395
https://orcid.org/0000-0001-9178-5664

RESUMO

O *Anacardium occidentale L.*, conhecido popularmente como cajueiro, é uma planta nativa do nordeste brasileiro utilizada na medicina popular e tradicional de algumas regiões para o tratamento de diversos tipos de enfermidades, uma vez que a mesma contém metabólitos e bioativos que apresentam atividades antimicrobianas, anti-inflamatórias e antioxidantes. O presente estudo é uma revisão integrativa da literatura com o período de publicação dos artigos a serem pesquisados de 2020 a 2025 nas bases de dados ScienceDirect, Embase, Web of Science, SCOPUS, PubMed, SciELO e BVS acessados através do Portal de Periódicos CAPES, por meio do acesso CAFe. Foram utilizados os operadores booleanos em inglês "*AND*" e *"OR"* para combinar as palavras-chaves e descritores associados ao tema, gerando o descritor ("*Anacardium occidentale*" OR "cashew tree" OR "leaves of *Anacardium occidentale*") AND ("phenolic compounds") AND ("antioxidant activity" OR "antioxidant" OR "anti-inflammatory activity" OR "anti-inflammatory" OR "biological activity"). Para a realização da análise qualitativa e quantitativa dos resultados obtidos na pesquisa, foi utilizado o software *Rayyan®*. No total, foram plotados no *Rayyan®* 182 documentos, detectando 33 duplicatas e excluídas 20 destas. Restaram 162 artigos para análise, sendo incluídos apenas 10. Os estudos selecionados enfatizam que as folhas de cajueiro são ricas em compostos fenólicos e estes por sua vez são responsáveis pela neutralização dos radicais livres, os conferindo atividade antioxidante e contribuindo para redução de processos inflamatórios. Tais ações farmacológicas foram testadas através de modelos *in vivo* e i*n vitro* para produtos com aplicações nas áreas farmacêutica, cosmética e alimentícia. Desse modo, fica claro a relevância de estudos referentes à temática, mediante a possibilidade de aplicação das folhas do cajueiro em diferentes áreas industriais, impulsionando pesquisas inovadoras.

Palavras-chave:
Anacardium occidentale L.;
Antioxidante;
Anti-inflamatória;
compostos fenólicos.

ANTIOXIDANT AND ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITIES OF *Anacardium occidentale* L. LEAVES.: AN INTEGRATIVE REVIEW

ABSTRACT

Anacardium occidentale L., commonly known as cashew, is a plant native to northeastern Brazil used in folk and traditional medicine in some regions to treat various types of diseases, as it contains metabolites and bioactive compounds that have antimicrobial, anti-inflammatory, and antioxidant activities. This study is an integrative review of the literature with articles published between 2020 and 2025 in the ScienceDirect, Embase, Web of Science, SCOPUS, PubMed, SciELO, and BVS databases accessed through the CAPES Journal Portal via CAFe. The Boolean operators "AND" and 'OR' were used to combine the keywords and descriptors associated with the theme, generating the descriptor ("Anacardium occidentale" OR "cashew tree" OR "leaves of Anacardium occidentale") AND ("phenolic compounds") AND ("antioxidant activity" OR 'antioxidant' OR "anti-inflammatory activity" OR "anti-inflammatory" OR "biological activity"). Rayyan® software was used to perform the qualitative and quantitative analysis of the results obtained in the research. In total, 182 documents were plotted in Rayyan®, detecting 33 duplicates and excluding 20 of them. There were 162 articles left for analysis, of which only 10 were included. The selected studies emphasize that cashew leaves are rich in phenolic compounds, which are responsible for neutralizing free radicals, giving them antioxidant activity and contributing to the reduction of inflammatory processes. These pharmacological actions were tested through in vivo and in vitro models for products with applications in the pharmaceutical, cosmetic, and food industries. Thus, the relevance of studies on this topic is clear, given the possibility of applying cashew leaves in different industrial areas, driving innovative research.

Keywords:

Anacardium occidentale L;

Antioxidant;

Anti-inflammatory;

Phenolic compounds.

1 INTRODUÇÃO

O *Anacardium occidentale L.*, conhecido popularmente como cajueiro, é uma planta nativa do nordeste brasileiro. Apesar disto, sua árvore pode ser encontrada em várias partes do mundo, visto que possui um potencial adaptativo a diferentes tipos de solo, até mesmo àqueles com baixa fertilidade e em locais de temperaturas elevadas e estresse hídrico (Queiroga, 2025). Seu fruto, a castanha, é apreciado pela culinária por seu sabor e benefícios ao organismo. O caju, seu pseudofruto, apresenta-se de diferentes cores, podendo ter tons avermelhados ou amarelados (Novaes; Novaes, 2021). Além disso, outras partes da planta também podem ser utilizadas, como flores, folhas e casca (Lopes; Silva, 2020).

No Brasil, a medicina popular e tradicional de algumas regiões utiliza diferentes partes da planta para o tratamento de diversos tipos de enfermidades, uma vez que a planta e seus derivados contêm metabólitos e bioativos que podem apresentar atividades antimicrobiana, anti-inflamatória e antioxidante (Novaes; Novaes, 2021; Pavan, 2025). Nesse sentido, as cascas, folhas, flores e frutos do cajueiro podem ser utilizados através da

preparação de chás, sucos, garrafadas, lambedores, e até mesmo a aplicação direta para tratamento de quadros de problemas inflamatórios e infecciosos (Novaes; Novaes, 2021).

As folhas de *A. occidentale L.* apresentam diferentes tipos de bioativos e metabólicos secundários, tais como taninos, flavonoides, alcaloides, glicosídeos cardiotônicos, xantonas, antocianinas, catequinas, esteróis e triterpenos (Costa *et al.*, 2021; Ramos *et al.*, 2016). Isso se explica pelo fato de que o cajueiro é considerado uma planta superior, ou seja, possui características anatômicas mais desenvolvidas e complexas (Barros, 2020). Segundo Veiga Junior e colaboradores (2005), as plantas superiores possuem a capacidade de produzir compostos com propriedades antibióticas, por ser uma característica de defesa da planta, a protegendo com a ação de predadores.

Nesse viés, o metabolismo secundário das plantas é um importante ponto de estudo e avaliações, visto que através dele é formado diversos compostos com ação biológica (Lages, 2022). Desse modo, as folhas de cajueiro apresentam um relevante potencial farmacológico, contudo, existe uma carência de estudos revelando detalhadamente as formas de extração das folhas de *A. occidentale L.* de maneira a obter melhores resultados e quantidade de metabólitos para a produção de extratos advindos desta (Andrade Júnior *et al.*, 2016).

Assim, este trabalho teve como objetivo analisar evidências científicas referentes às folhas de *Anacardium occidentale* L.: seu potencial biológico, a presença de compostos fenólicos na composição de seus bioativos e suas atividades antioxidante e anti-inflamatória.

2 METODOLOGIA

A pesquisa consiste de uma revisão integrativa da literatura, que se trata de uma metodologia de estudos e análises, que executa a avaliação das evidências de natureza teórica e empírica sobre determinado tema (Souza; Silva; Barros, 2021). O objetivo deste tipo de revisão é sintetizar os achados e contribuir para a melhoria de métodos e estudos, mapeando as produções científicas existentes sobre o tema a ser trabalhado (Hassunuma *et al*, 2024).

Nesse viés, para a realização da revisão foi seguido o modelo padrão para este tipo de análise, iniciando com a definição da pergunta norteadora da pesquisa: "As folhas de *Anacardium occidentale* L. apresentam atividade biológica, bem como presença de flavonoides, compostos fenólicos e às atividades antioxidante e anti-inflamatória?"

Em seguida, foi definido o escopo da pesquisa com o período de publicação dos artigos a serem pesquisados de 2020 a 2025. As bases de dados selecionadas para a pesquisa foram *ScienceDirect, Embase, Web of Science, SCOPUS, PubMed, SciELO* e BVS. O acesso às

bases citadas foi realizado através do Portal de Periódicos CAPES, por meio do acesso CAFe. Nesta plataforma, foi adicionado o nome das bases e através disso gerado o link para acesso imediato e gratuito das mesmas.

Os tipos de artigos selecionados foram artigos de periódicos, artigos de pesquisa, artigos originais, artigos de revisão, dissertações, teses, anais de eventos e capítulos de livros, nos idiomas português e inglês, e com acesso livre/aberto para todos os leitores.

A estratégia de busca utilizada nas bases de dados utilizou os operadores booleanos em inglês "*AND*" e *"OR"* para combinar as palavras chaves e descritores associados ao tema, gerando o descritor ("*Anacardium occidentale*" OR "cashew tree" OR "leaves of *Anacardium occidentale*") AND ("phenolic compounds") AND ("antioxidant activity" OR "antioxidant" OR "anti-inflammatory activity" OR "anti-inflammatory" OR "biological activity").

Para a realização da análise tanto qualitativa, como quantitativa dos resultados obtidos na pesquisa, foi utilizado o software *Rayyan*®, no qual os dados da pesquisa utilizando o descritor foram plotados e analisados. Foi feita a pré-seleção dos artigos, analisando primeiramente as duplicatas detectadas pelo software. Posteriormente foi feita a inclusão e exclusão dos artigos utilizando os critérios selecionados na elaboração do escopo. Após a seleção dos artigos para fazer parte da revisão, os mesmos foram analisados com rigor metodológico, possibilitando o aprofundamento da temática abordada e a obtenção dos resultados do estudo.

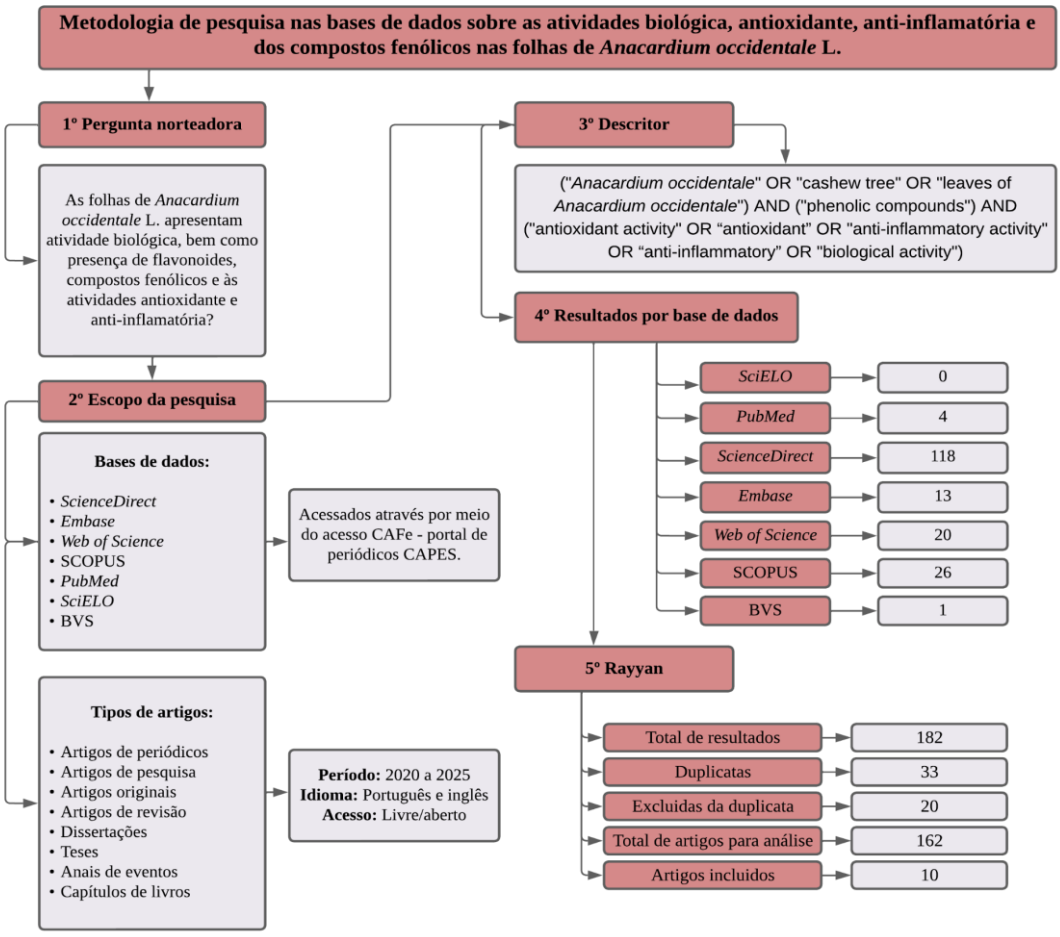
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca sistemática realizada através da aplicação do descritor contendo as palavras-chaves referentes a temática nas bases de dados selecionadas, resultou em uma quantidade específica em cada base. No total, somando todos os resultados, foram plotados no *Rayyan*® 182 documentos, de acordo com os critérios de inclusão selecionados. Desse total, o software detectou 33 duplicatas, das quais foram excluídas 20, resultando em um total de 162 artigos. Após exclusão dos trabalhos, de acordo com os critérios de exclusão, 10 artigos foram incluídos para esta análise (Figura 1).

A Tabela 1 resume os principais achados referentes às propriedades apresentadas pelas folhas de *Anacardium occidentale L.* Os resultados demonstram a ampla variedade de atividades farmacológicas potenciais das folhas, assim como suas aplicações farmacêuticas e

tecnológicas, com destaque para as atividades antioxidante, anti-inflamatória e a presença de compostos fenólicos.

Figura 1: Metodologia da pesquisa nas bases de dados.



Fonte: Autoria própria (2025).

Os trabalhos selecionados enfatizam que as folhas de cajueiro são ricas em compostos fenólicos, e estes por sua vez são responsáveis pela neutralização dos radicais livres, promovendo a ação antioxidante e contribuindo para redução de processos inflamatórios. Tais ações farmacológicas foram testadas através de modelos *in vivo* e *in vitro* para produtos com aplicações nas áreas farmacêutica, cosmética e alimentícia.

Tabela 1. Distribuição dos estudos segundo autores e ano, título e principais resultados.

Autor/Ano	Título	Principais resultados
Sinlapapanya, *et al.* (2022)	Ethanolic Cashew Leaf Extract: Antimicrobial Activity, Mode of Action, and Retardation of Spoilage Bacteria in Refrigerated Nile Tilapia Slices	"[..]compostos fenólicos foram identificados [..] A amentoflavona foi o composto mais proeminente, seguido por quercetina 3-galactosídeo, quercetina 3-(2-galoilglicosídeo), tricetina 3'-xilosídeo e quercetina 3-(2"-galoil-alfa-L-arabinopiranosídeo), respectivamente."
Srisuksomwong *et al.* (2023)	Collagenase and Tyrosinase Inhibitory Activities and Stability of Facial Cream Formulation Containing Cashew Leaf Extract	"As folhas de caju extraídas com etanol (DEN) apresentaram atividades antioxidantes substanciais e a maior inibição de enzimas cruciais envolvidas no envelhecimento da pele, como tirosinase e colagenase, com potencial para o desenvolvimento de produtos cosmecêuticos para aplicações antienvelhecimento, clareamento da pele e antioxidantes."
Sinlapapanya *et al.* (2025)	The combined effect of free or encapsulated ethanolic cashew leaf extract and high-pressure processing (HPP) on shelf-life extension of refrigerated Nile tilapia slices	"Os extratos de folhas de caju continham uma variedade de compostos fenólicos, como amentoflavona, quercetina, kaempferol, catequina, etc., que exibem propriedades antibacterianas, antioxidantes e antifúngicas significativas. [...] o hiperosídeo e a amentoflavona [...] protegem o corpo do estresse oxidativo. Ao neutralizar os radicais livres, esses compostos bioativos com atividade antioxidante ajudam a reduzir a inflamação [...] "
Sinlapapanya *et al.* (2024)	Ethanolic cashew leaf extract: Antioxidant potential and impact on quality changes of dried fermented catfish during storage	"O ECLE (Ethanolic Cashew Leaf Extract.) , preparado pelo processo verde usando 80% de etanol como meio de extração com o auxílio de ultrassom, apresentou alta atividade antioxidante e foi estável em temperaturas de até 100 °C. [...] As atividades antioxidantes do ECLE aumentaram em condições ácidas e a perda de atividade foi encontrada em pH alcalino. O ECLE pode retardar efetivamente a oxidação lipídica e inibir o crescimento microbiano do peixe-gato fermentado seco durante o armazenamento."
Sinlapapanya *et al.* (2025)	Synergistic effect of hyperoside and amentoflavone found in cashew leaf crude extract and potassium sorbate on inhibition of food spoilage bacteria	"Com base na análise LC-QTOF-MS, os principais fenólicos, ou seja, amentoflavona, quercetina, kaempferol e catequina, foram encontrados no CLCE (Cashew Leaf Crude Extract). Os principais compostos fenólicos, incluindo hiperosídeo, amentoflavona, catequina e kaempferol, foram identificados por análise qualitativa de HPLC."

Nadira *et al.* (2022)	Effects of cashew leaf extract on physicochemical, antioxidant, and antimicrobial properties of N, O–Carboxymethyl chitosan films	"As propriedades antioxidantes e antimicrobianas de todos os filmes preparados foram examinadas. Um aumento concomitante na atividade antioxidante foi observado com o aumento da concentração do extrato da folha. Com a adição de 20% de extrato da folha, a atividade antioxidante do filme de N,O-Carboximetil Quitosana aumentou em seis vezes."
Khemkaew *et al.* (2025)	Biobased antioxidant packaging from chitosan incorporating cashew leaf extract and TiO2 nanoparticles for soybean oil preservation	"A adição de extrato de folha de caju melhorou significativamente a atividade antioxidante (66,31%) dos filmes de filmes de embalagem à base de quitosana e afetou significativamente a estrutura da matriz [...]"
Harun *et al.* (2025)	The Phytochemical Screening, Antioxidant Properties and Toxicity Study of *Anacardium occidentale* and *Barringtonia Racemosa* Leaves Extracts	"[...] a quantificação fitoquímica apresentou que os extratos metanólicos de *A. occidentale e B. racemosa* continham altos valores de TPC (conteúdo fenólico total) e TFC (conteúdo flavonoide total)."
Rodrigues. (2023)	Antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory and antifungal potential of *Anacardium occidentale* (Linn): Literature review	"As flores, folhas, cascas, frutos e nozes de *A. occidentale* são ricos em compostos fenólicos e flavonoides, seu alto potencial anti-inflamatório e antioxidante oferece proteção as células."
Baptista *et al.* (2020)	Antioxidant and Anti-Inflammatory Effects of *Anacardium occidentale* L. And *Anacardium microcarpum* D. Extracts on the Liver of IL-10 Knockout Mice	"Compostos fenólicos e flavonoides totais foram detectados em ambos os dois extratos analisados. [...] As análises histopatológicas mostraram uma diminuição do infiltrado inflamatório após o tratamento com os extratos."

Fonte: Autoria própria (2025).

Através dos resultados apresentados na tabela, pode-se mensurar o quantitativo de ações farmacológicas apresentadas pelas folhas de cajueiro. Sinlapapanya *et al.* (2022, 2024, 2025) em seus estudos evidenciaram que as folhas são ricas em compostos fenólicos, tais como amentoflavona, quercetina, kaempferol e catequina, evidenciado também por Salehi *et al.* (2019), associando a presença desses compostos também a sua capacidade antioxidante. O Kaempferol e a quercetina são os dois principais tipos de flavonoides presentes nas plantas e apresentam uma alta capacidade antioxidante. Estes compostos podem apresentar-se na forma de derivados glicosídeos, após sua conjugação com unidades de monossacarídeos. Apesar da conjugação, o Kaempferol e a quercetina conseguem através da doação de elétrons

ou átomos de oxigênio, neutralizar radicais livres, contribuindo para proteção das atividades biológicas da planta contra estresse oxidativo (Jan *et al.*, 2022).

Também em seus estudos, Sinlapapanya *et al.* (2022; 2025) reforçam a capacidade antioxidante das folhas e dos extratos advindos delas com pesquisas que comprovaram sua capacidade de retardo da deterioração dos alimentos, visto que os antioxidantes são uma das classes de aditivos alimentares essenciais para o tempo de conservação dos alimentos não somente por sua capacidade de inibição de radicais livres, mas também de complexação de metais (Augusto, 2012).

De maneira compatível com os estudos de Sinlapapanya e colaboradores, Harun *et al.* (2025) também comprovaram os altos níveis de conteúdo fenólico total e de flavonoides totais nas folhas de *A. occidentale,* reafirmando sua importância para novos estudos e aplicações em diferentes indústrias.

No que cerne o ponto de vista cosmético, Srisuksomwong *et al.* (2023) ressaltou que os extratos das folhas tiveram uma expressiva atividade inibitória contra as enzimas tirosinase e colagenase, sendo estas atreladas ao envelhecimento da pele. A tirosinase é responsável pela catalização da síntese de melanina dentro dos melanócitos e a colagenase pela degradação do colágeno da pele. Ao serem inibidas, juntamente a ação antioxidante decorrente do extrato das folhas de cajueiro, a deterioração das camadas da pele e seu envelhecimento é retardado (Pintus, 2022).

Baptista *et al.* (2020) e Rodrigues (2023) analisaram o efeito anti-inflamatório advindos dos extratos das folhas em seus estudos. Baptista e colaboradores observaram a redução do infiltrado inflamatório em modelos experimentais de fígado. Os autores associaram essa ação à presença dos flavonoides e demais compostos fenólicos presentes nas folhas, visto que os compostos fenólicos podem ajudar na modulação da sinalização envolvida na resposta inflamatória, diminuir o estresse oxidativo e inibir a produção ou atividade dos mediadores pró-inflamatórios (Ambriz-Perez *et al.*, 2016).

Nadira et al. (2022) e Khemkaew et al. (2025) testaram a atividade ao adicionar os extratos das folhas de cajueiro em filmes biodegradáveis à base de quitosana. A capacidade antioxidante destes aumentou em seis vezes. Isso acontece porque a quitosana possui a capacidade de proteger o organismo vivo contra o estresse oxidativo, o que atrelado a mesma capacidade que os compostos presentes nas folhas possuem, permite que os filmes aumentem seu potencial antioxidante. Além disso, a quitosana a ser associada aos fenólicos, intensifica a ação e atividade dos compostos (Gomes, 2020). Já Khemkaew e colaboradores

observaram uma melhora significativa da capacidade antioxidante e modificações estruturais favoráveis nos filmes produzidos com nanopartículas de dióxido de titânio, as quais apresentam um potencial de aumentar as enzimas antioxidantes em plantas e seus derivados (Farah, 2023).

Em suma, de acordo com os autores citados ao longo da revisão, as folhas de *A. occidentale* possuem um potencial de extrema importância para futuros estudos e para produção de produtos nas diferentes áreas da indústria e da pesquisa, tendo em vista suas capacidades antioxidante e anti-inflamatória, associadas à presença dos compostos fenólicos.

4 CONCLUSÃO

Como resultado para essa revisão, foi possível demonstrar que as folhas de *Anacardium occidentale* L. possuem propriedades farmacológicas, com destaque para as atividades antioxidante e anti-inflamatória. Os artigos analisados ao longo da revisão bibliográfica demonstraram, de maneira consistente, que as folhas de cajueiro são ricas em compostos fenólicos, os quais estão diretamente ligados com as atividades biológicas observadas. Nesse sentido, os dados evidenciam a intensa atividade antioxidante das folhas com os resultados de sua capacidade de neutralizar radicais livres e o estresse oxidativo, capacidade essa que também contribui para sua atividade anti-inflamatória. Além disso, foi observado uma versatilidade no uso dos extratos, podendo ser aplicados na área cosmética, no retardamento do envelhecimento; e na indústria alimentícia, na conservação de alimentos. Desse modo, fica claro a relevância de estudos referentes à temática, mediante a possibilidade de aplicação das folhas do cajueiro em diferentes áreas industriais, impulsionando pesquisas inovadoras.

REFERÊNCIAS

AMBRIZ-PEREZ, D. L. *et al.* Phenolic compounds: Natural alternative in inflammation treatment. A Review. **Cogent Food & Agriculture**, v. 2, n. 1, 11 jan. 2016.

AUGUSTO, B. E. DA V. **Mecanismo de ação dos antioxidantes em alimentos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) – Faculdade campo Limpo Paulista, [2012].

BAPTISTA, A. B. et al. **Antioxidant and Anti-Inflammatory Effects of Anacardium occidentale L. and Anacardium microcarpum D**. Extracts on the Liver of IL-10 Knockout Mice. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, v. 2020, n. 0, p. e3054521, 9 dez. 2020.

BARROS, L. DE M. **Características da planta - Portal Embrapa**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/caju/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/caracteristicas-da-planta>.

COSTA, N. B., et al. Obtenção do perfil químico de extratos da folha do caju (Anacardiumoccidenale) a partir de diferentes solventes. **Research, Society and Development. 10(8), e40110817473. 2021.**

FARAH, S. M. M. et al. The effects of titanium dioxide (TiO2) nanoparticles on physiological, biochemical, and antioxidant properties of Vitex plant (Vitex agnus - Castus L). **Heliyon**, v. 9, n. 11, p. e22144–e22144, 1 nov. 2023.

GOMES, A. C. A. **Efeito de quitosana e extratos fenólicos de subprodutos do processamento de acerola e jabuticaba no controle da podridão causada por *Lasiodiplodia spp.* em mamão**. Dissertação —Repositório Institucional da UFPB : Universidade Federal da Paraíba, 2020.

HARUN, N. H. *et al*. The Phytochemical Screening, Antioxidant Properties and Toxicity Study of Anacardium occidentale and Barringtonia racemosa Leaves Extracts. Research **Journal of Pharmacy and Technology**, v. 18, n. 1, p. 8–16, 27 jan. 2025.

HASSUNUMA, R.M *et al*. Revisão integrativa e redação de artigo científico: Uma proposta metodológica Em 10 Passos. **Revista Multidisciplinar em Educação e Meio Ambiente**, v. 5, n. 3, 2024. https://doi. org/10.51161/integrar/rems/4275.

JAN, R. et al. Bioactivity and Therapeutic Potential of Kaempferol and Quercetin: New Insights for Plant and Human Health. **Plants**, v. 11, n. 19, p. 2623, 5 out. 2022.

KHEMKAEW, P. et al. Biobased antioxidant packaging from chitosan incorporating cashew leaf extract and TiO2 nanoparticles for soybean oil preservation. **LWT**, v. 228, n. 0, p. 118053, 19 jun. 2025.

LAGES, L. P. et al. Prospecção fitoquímica do extrato hidroetanólico da folha de *Anacardium occidentale* Linn (Cajueiro). **Research, Society and Development, v. 11, n. 11, p. e267111131780-e267111131780, 22 ago. 2022.**

LOPES, R.A. M. H.; SILVA, E. V. DA. **Estudo das características físicas e químicas das folhas do cajueiro (*Anacardium occidentale*) e suas aplicações tecnológicas**. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS. 2020. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/editora/ebooks/conapesc/2020/TRABALHO_EV138_MD7_SA100_ID1358_17112020191600.pdf>

NADIRA, P. P. et al. Effects of cashew leaf extract on physicochemical, antioxidant, and antimicrobial properties of N, O–Carboxymethyl chitosan films. **Carbohydrate Polymer Technologies and Applications**, v. 3, n. 0, p. 100191, jun. 2022.

NOVAES, T. E. R.; NOVAES, A. S. R. Análise dos potenciais medicinais do cajueiro (*Anacardium occidentale* Linn): uma breve revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p. e41810111838, 21 jan. 2021.

PAVAN, E. DA S.; ZANETTE, V. C.; AMARAL, P. DE A. Potencial anti-inflamatório de *Anacardium occidentale* L. (cajueiro): uma revisão integrativa da literatura. **Contribuciones a las Ciencias Sociales, v. 18, n. 3, p. e16457–e16457, 21 mar. 2025.**

PINTUS, F. et al. Hydroxy-3-Phenylcoumarins as Multitarget Compounds for Skin Aging Diseases: Synthesis, Molecular Docking and Tyrosinase, Elastase, Collagenase and Hyaluronidase Inhibition, and Sun Protection Factor. **Molecules**, v. 27, n. 20, p. 6914–6914, 15 out. 2022.

QUEIROGA, V. D. P. *et al.* Cajueiro (*Anacardium occidentale* L. anão precoce, clone CCP 76) Tecnologias de plantio para os produtores do Rio Grande do Norte. **REVISTA ELETRÔNICA A BARRIGUDA– AREPB**, v. 1, 24 jan. 2025.

RAMOS, G. Q., *et al.* Análise morfológica das folhas de *Anacardium occidentale* L..**Biota Amazônia**, 6(1), 16-19, 2016.

RODRIGUES, A. R. DA S. P. Potencial antioxidante, antimicrobiano, anti-inflamatória e antifúngica da *Anacardium occidentale* (Linn): Revisão de literatura. **Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmacéuticas, v. 52, n. 1, 24 jul. 2023.**

SALEHI, B. et al. *Anacardium* Plants: Chemical,Nutritional Composition and Biotechnological Applications. **Biomolecules, v. 9, n. 9, p. 465, 9 set. 2019.**

SINLAPAPANYA, P. et al. Ethanolic Cashew Leaf Extract: Antimicrobial Activity, Mode of Action, and Retardation of Spoilage Bacteria in Refrigerated Nile Tilapia Slices. **Foods** (Basel, Switzerland), v. 11, n. 21, p. 3461, 1 nov. 2022.

SINLAPAPANYA, P. et al. Ethanolic cashew leaf extract: Antioxidant potential and impact on quality changes of dried fermented catfish during storage. **Future Foods**, v. 9, n. 0, p. 100296, 1 jun. 2024.

SINLAPAPANYA, P. et al. Synergistic effect of hyperoside and amentoflavone found in cashew leaf crude extract and potassium sorbate on inhibition of food spoilage bacteria. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 21, n. 0, p. 101886, 4 abr. 2025a.

SINLAPAPANYA, P. et al. The combined effect of free or encapsulated ethanolic cashew leaf extract and high-pressure processing (HPP) on shelf-life extension of refrigerated Nile tilapia slices. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 22, n. 0, p. 102065, 28 maio 2025b.

SOUZA, E. M. DE; SILVA, D. P. P.; BARROS, A. S. DE. Educação popular, promoção da saúde e envelhecimento ativo: uma revisão bibliográfica integrativa. **Ciência & Saúde Coletiva, v. 26, n. 4, p. 1355–1368, abr. 2021.**

SRISUKSOMWONG, P.; KAENHIN, L.; MUNGMAI, L. Collagenase and Tyrosinase Inhibitory Activities and Stability of Facial Cream Formulation Containing Cashew Leaf Extract. **Cosmetics**, v. 10, n. 1, p. 17, 16 jan. 2023.

VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C.; MACIEL, M. A. M. Plantas medicinais: cura segura? **Química Nova**, v. 28, n. 3, p. 519–528, jun. 2005.

PÁGINA 90. DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-7

EXTRATOS NATURAIS COMO UM CAMINHO PARA A SAÚDE E ECONOMIA SUSTENTÁVEL: O COMBATE ÀS PRAGAS DO CAJUEIRO

Ryan Francisco Castro de Lima
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/7781219017332449
Orcid: https://orcid.org/0009-0003-4096-0401

Gustavo da Penha de Paula
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/8594246920501085
Orcid: https://orcid.org/0009-0001-7412-9312

Paulo Henrique Pereira Lima
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: https://lattes.cnpq.br/1179555225089294 Orcid: https://orcid.org/0009-0002-5088-0109

João Pereira De Andrade Neto
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: https://lattes.cnpq.br/7944114938452092 Orcid: https://orcid.org/0009-0001-6560-1777

João Victor da Silva Oliveira
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/8355435812170857
Orcid:https://orcid.org/0009-0001-2109-8794

Luanne Eugênia Nunes
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/9146301553052343
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-6524-0994

Talita Magalhães Rocha
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/7324074924302553
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-6076-7030

Francisco Cirineu das Chagas Neto
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/5309017267299484
Orcid: https://orcid.org/0009-0000-2161-2776

RESUMO

O cultivo do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), árvore nativa do Brasil, é predominante na região Nordeste, com destaque para o estado do Ceará, desempenhando um papel fundamental na economia e na biodiversidade. O fruto e o pseudofruto dessa espécie originam uma diversidade de produtos que impulsionam a geração de empregos e as exportações. Entretanto, o cultivo do cajueiro enfrenta desafios decorrentes das pragas agrícolas, que comprometem a produção e reduzem a qualidade do cultivo. Uma das principais estratégias utilizadas para o controle dessas pragas é o uso de agrotóxicos. Contudo, essa prática apresenta riscos à saúde humana, animal e ao meio ambiente. Diante desse cenário, os extratos naturais com atividade inseticida e repelente surgem como uma alternativa promissora para o manejo integrado de pragas, oferecendo uma solução eficiente, sustentável e segura para o cultivo. Esses extratos, por serem biodegradáveis e de fácil produção, apresentam menores riscos de intoxicação, beneficiando tanto a agricultura familiar quanto a preservação ambiental. Assim, o presente capítulo buscou identificar as principais espécies de pragas que afetam o cajueiro, além de descrever o papel dos extratos naturais com atividade biocida no manejo dessas espécies. Para isso, foi realizado um estudo qualitativo, de caráter descritivo, do tipo revisão bibliográfica narrativa. Sob essa perspectiva, a biodiversidade oferece diversas estratégias para o combate às pragas que afetam o cajueiro, sendo os insetos os principais causadores de danos fitossanitários. A adoção de novos métodos de controle, baseados em extratos naturais, atua como propulsora da economia

Palavras-chave:
Cajueiro;
Pragas Agrícolas;
Biodiversidade.

NATURAL EXTRACTS A PATH TO HEALTH AND SUSTAINABLE ECONOMY: FIGHTING CASHEW PESTS

ABSTRACT

The cultivation of the cashew tree (Anacardium occidentale L.), a species native to Brazil, is concentrated predominantly in the Northeast region—particularly in the state of Ceará, playing a fundamental role in both the economy and biodiversity. Both the true fruit and the cashew apple yield a variety of products that drive job creation and exports. However,
cashew cultivation faces challenges from pests that compromise production and reduce crop quality. A primary strategy used to control these pests is the application of agrochemicals; yet, this practice poses risks to human and animal health as well as the environment. Given this scenario, natural extracts with insecticidal and repellent properties emerge as a promising alternative for integrated pest management, offering an efficient, sustainable, and safe solution for cultivation. Being biodegradable and easy to produce, these extracts carry a lower risk of toxicity, benefiting both family farming and environmental conservation. Thus, this chapter aimed to identify the main pest species affecting cashew trees and to describe the role of natural extracts with biocidal activity in managing these species. To this end, a qualitative, descriptive study was conducted in the form of a narrative literature review. From this perspective, biodiversity offers various strategies to combat the pests affecting cashew trees, as these organisms are the primary cause of phytosanitary damage. Adopting new control methods based on natural extracts drives a sustainable economy and contributes to the preservation of human, animal, and environmental health.

Keywords:
Cashew tree;
Agricultural pests;
Biodiversity.

1 INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma espécie característica da vegetação tropical, amplamente cultivada no Nordeste brasileiro, especialmente nos estados do Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte e Bahia. Essa característica é obtida por conta da adaptação às condições climáticas semiáridas, tornando o cajueiro um propulsor fundamental para a economia e a sustentabilidade ambiental da região (Gomes, 2021).

O cultivo e beneficiamento da amêndoa da castanha-de-caju e do pseudofruto contribuem significativamente para a geração de empregos, desenvolvimento de diversos subprodutos e o fortalecimento das exportações (França, 2016).

A cajucultura, no contexto da agricultura familiar, caracteriza-se como uma atividade que promove a diversificação produtiva, desde a produção inicial até o desenvolvimento de diversos derivados do caju. Esse processo permite ao agricultor familiar agregar valor ao produto final, por meio de práticas sustentáveis, como a agricultura orgânica e ecológica, que respeitam o meio ambiente e as tradições locais. Além disso, essas práticas beneficiam diretamente as redes familiares, contribuindo para a geração de renda, a preservação dos recursos naturais e o fortalecimento da economia local (França, 2016).

No entanto, um dos principais desafios no cultivo de cajueiros são as pragas que atacam e prejudicam as plantações, causando danos significativos aos produtos finais, além de representar riscos potenciais à saúde humana e animal (Gonçalves, Mesquita e Pereira, 2023). Para o controle dessas pestes, utiliza-se comumente agrotóxicos e demais produtos de origem sintética que destacam-se por causar sérios danos ao meio ambiente e a população.

Diante disso, como alternativa, o uso de plantas tem se mostrado uma opção notável, uma vez que alguns metabólitos secundários produzidos por estas possuem propriedades inseticidas, repelentes e antimicrobianas (Borges; Amorim 2020).

A partir dessa perspectiva, é válido pontuar os benefícios da utilização de inseticidas naturais extraídos de plantas tanto no contexto da saúde pública, quanto no controle de pragas, dado que a forma de produção é mais simples e além disso menos resíduos tóxicos, o que contribui até mesmo com o meio ambiente. Nesse sentido, a utilização de extratos naturais apresentam menor risco de intoxicação tanto para humanos como para animais, possuindo um manejo fácil e mais sustentável por serem biodegradáveis. Além disso, devido à sua facilidade de produção, esses extratos configuram-se como uma alternativa economicamente viável, especialmente para a agricultura familiar, contribuindo para práticas agrícolas mais ecológicas e acessíveis (Lima, 2022).

Nesse sentido, é importante destacar o impacto ocasionado por pragas que afetam o cajueiro. Ressalta-se que há vários tipos de pragas como as desfolhadoras, as que atacam a floração e a frutificação, aquelas que prejudicam as castanhas e amêndoas armazenadas, além dos ácaros. Diante disso, é notório o impacto negativo, o que torna essencial adotar medidas de controle, uma vez que essas pragas frequentemente ocasionam perda de produção, resultando em grandes impactos na economia (Silva, 2016).

Assim, o objetivo do capítulo é investigar o papel dos extratos naturais com propriedades inseticidas e repelentes no manejo sustentável das pragas que afetam o cajueiro. Além disso, buscou-se identificar e relatar as principais espécies de pragas que comprometem a saúde e a produtividade dessa cultura, avaliando o impacto econômico e ambiental, além do impacto na saúde do consumidor e do trabalhador.

2 METODOLOGIA

2.1 Revisão bibliográfica da literatura

Trata-se de um estudo qualitativo, de caráter descritivo, do tipo revisão bibliográfica narrativa, com intuito de fazer um levantamento das principais pragas do cajueiro e da utilização de extratos naturais com potencial inseticida e repelente. A pesquisa abrange uma ampla diversidade de fontes, incluindo artigos científicos, trabalhos

de conclusão de curso, teses, dissertações, dados oficiais e capítulos de livros, selecionados a partir das bases de dados *Google Scholar* e BIREME (Biblioteca Virtual em Saúde).

Para a seleção das publicações, foram utilizados os operadores de busca "Pragas", "Cajueiro", "Saúde" e "Economia" com a finalidade de refinar os resultados. Como critérios de inclusão, foram considerados trabalhos publicados no período de 2015 a 2025, disponíveis nos idiomas português, espanhol e inglês, e que estavam diretamente relacionados à temática da pesquisa. Já como critérios de exclusão, foram descartados trabalhos incompletos, não disponíveis na íntegra, que não estavam alinhados à temática abordada ou que estavam fora do período estabelecido.

2.2 Esquematização dos resultados

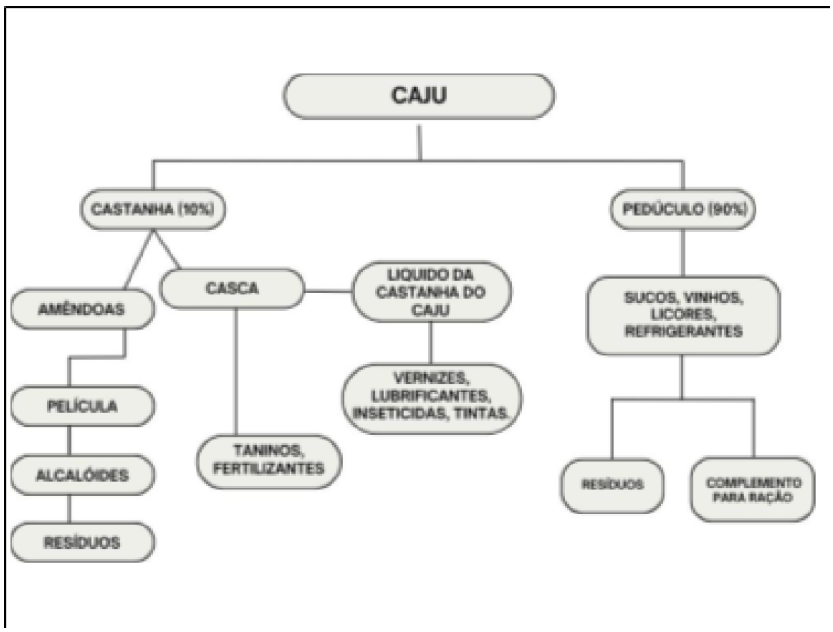
Durante a elaboração dos resultados e discussão, foi desenvolvido um esquema (Figura 1) que apresenta os principais produtos derivados do caju. Paralelamente, foi construído o Quadro 1, utilizando bases científicas, e assim listando as principais pragas que acometem o cajueiro, informando o nome científico, nome popular, grupo taxonômico, comportamento, além dos respectivos autores e datas de referência.

Por fim, por tratar-se de um trabalho com estudos disponíveis na íntegra, obtidos em bancos de dados de domínio público, que não identifica os participantes e seus respectivos dados pessoais, a necessidade da submissão para apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa é dispensada, de acordo com a resolução do Conselho Nacional de Saúde, nº 466 de 12 de dezembro de 2012.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relevância econômica da cajucultura está associada, em parte, a grande diversidade de produtos obtidos a partir do fruto, castanha de caju, e do pseudofruto, que são amplamente utilizados na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética (Figura 1). A castanha de caju, é uma importante *commodity* de exportação do Brasil, enquanto o pseudofruto é utilizado na produção de sucos, doces, licores entre outros (França, 2016). Além de seu impacto econômico direto com a elaboração de produtos, a cajucultura é uma relevante fonte de emprego e renda para milhares de famílias. Estima-se que as atividades relacionadas à cajucultura geram aproximadamente 35 mil empregos no campo, 15 mil na indústria e cerca de 250 mil de forma indireta, fortalecendo a economia local e promovendo a inclusão social (Gomes, 2021).

Figura 1. Produtos obtidos a partir da castanha e do pedúnculo de *Anacardium occidentale* L.



Fonte: Oliveira, 2023.

No entanto, essa espécie é suscetível a uma ampla variedade de pragas, que atacam diferentes partes da planta, incluindo caules, folhas, inflorescências e frutos, comprometendo seu desenvolvimento e reduzindo significativamente a produtividade. Esse problema gera expressivos prejuízos econômicos para os produtores, resultando em menores rendimentos além de representar riscos à saúde pública (Mesquita *et al*., 2024).

A estratégia habitualmente utilizada para o controle desses organismos baseiam-se no uso de agrotóxicos. Nesse contexto, desde 2008, o Brasil destaca-se entre os maiores consumidores destes produtos químicos no mundo. No entanto, o uso intensivo de agrotóxicos acarreta diversos impactos negativos, incluindo a poluição ambiental, a contaminação do solo e da água, além de riscos à saúde humana. Os agricultores e a população em geral estão sujeitos a intoxicações, que podem causar efeitos adversos tanto

agudos quanto crônicos, comprometendo a qualidade de vida e a segurança alimentar (Garcia; Lara, 2020).

Os problemas fitossanitários da cajucultura são diversos. Estudos realizados no século passado já identificaram 99 espécies de insetos associadas aos danos no cajueiro. No entanto, destacam-se os insetos fitófagos, aqueles que alimentam-se de vegetais, especialmente os das ordens *Lepidoptera, Thysanoptera, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Orthoptera e Isoptera (Oliveira 2023).*

Dentre os insetos destas ordens, o Coleoptera, Lepidoptera e Hemiptera, possuem o maior número de espécies associadas ao cajueiro, respectivamente (Silva, 2016). As pragas do cajueiro podem ser desfolhadoras, de floração e frutificação, que atacam mudas em viveiros, as que atacam as castanhas e amêndoas armazenadas e os ácaros (Silva, 2016). A seguir, o quadro 1 apresenta as principais pragas que atingem o cajueiro:

Quadro 1. Principais pragas que atingem a espécie *Anacardium occidentale* L.

Nome científico	Nome popular	Grupo taxonômico	Comportamento	Autores e datas
Aleurodicus cocois	Mosca branca	Inseto	Sugam a seiva, proporcionando a diminuição da fotossíntese e respiração da planta.	Sousa, 2018; Mesquita et al. 2024;
Anacampsis phytomiella	Traça-da-castanha	Inseto	Penetram e se alimentam da castanha, causando danos significativos à parte interna da castanha.	Mesquita et al. 2024; Teixeira 2023; Gonçalves et al. 2023; Silva 2016.
Anthistarcha binocularis	Broca-das-pontas	Inseto	Atacam os ramos terminais e as inflorescências do cajueiro, ocasionando danos às partes reprodutivas.	Mesquita et al. 2024; Lima 2020.
Aphis gossypii Glover	Pulgão	Inseto	Causam o encarquilhamento das folhas e deformação dos brotos.	Sousa, 2018; Mesquita et al. 2024; Guse e Bianchi, 2020.
Aspidiotus destructor	Escama de coco	Inseto	Sugam a seiva das folhas, caules e	Sousa, 2018;

			frutas ocasionando amarelecimento e morte do tecido.	
Cerodirphia rubripes	Lagarta-verde	Inseto	Atuam na desfolha do cajueiro.	Mesquita et al, 2016;
Cicinnus callipius	Lagarta-saia-justa	Inseto	Atuam causando danos na inflorescência, causando queda prematura dos frutos.	Mesquita et al. 2024;
Crinocerus sanctus	Percevejo vermelho	Inseto	Atacam os frutos pequenos do caju causando murchamento e escurecimento.	Sousa, 2018;
Eriophyes rossettonis	Eriofídeo-das-flores	Ácaro	Atacam a parte reprodutiva, causando danos às flores, impactando diretamente no enfraquecimento da planta.	Mesquita et al. 2024;
Megalopyge lanata	Lagarta-de-fogo	Inseto	Atacam as folhas, ocasionando o desfolhamento do cajueiro.	Mesquita et al, 2016;
Phyllocnistis sp.	Minador-da-folha	Inseto	Atingem folhas novas e também castanhas nas primeiras fases de desenvolvimento	Mesquita et al, 2016;
Saissetia oleae	Cochonilha negra	Inseto	Atacam folhas resultando na secagem, queda dos ramos, enfraquecimento da planta.	Sousa, 2018;
Selenothrips rubrocinctus	Tripes-da-Cinta-Vermelha	Inseto	Atacam as folhas, as tornam cloróticas, descoradas e posteriormente marrons e também necrosam os frutos.	Sousa, 2018; Mesquita et al. 2024;

Stenodiplosis sp.	Larva-do-broto-terminal	Inseto	Atacam as gemas terminais, ocasionando deformações nos brotos, o que afetam o desenvolvimento.	Mesquita et al, 2016;
Tetranychus urticae	Ácaro-rajado	Ácaro	Agem sugando a seiva das folhas do e causando danos diretos nas estruturas vegetativas.	Mesquita et al. 2024;
Toxoptera aurantii	Pulgão preto	Inseto	São sugadores de seiva, deixam as folhas deformadas, causando a queda.	Sousa, 2018; Guse e Bianchi, 2020.

Fonte: Autoria própria, 2025.

Entre as pragas mencionadas, evidencia-se *Anacampsis phytomiella* (*Lepidoptera: Gelechiidae*), denominada popularmente como traça-da-castanha, uma das principais pragas em pomares de caju. O hábito alimentar desse inseto exerce uma ação destrutiva sobre a amêndoa do caju, provocando perdas econômicas expressivas e comprometendo totalmente o fruto (Gonçalves et al., 2023). Nesse sentido, destaca-se também *Anthistarcha binocularis*, conhecida como broca-das-pontas, que ataca os ramos frutíferos, causando sua seca e inviabilizando a formação dos frutos (Lima, 2020).

Assim, torna-se essencial a adoção de novos métodos de controle de pragas para minimizar os danos às plantações e à saúde humana. Diante disso, a utilização de extratos naturais surge como uma alternativa eficaz, alinhada ao controle sustentável de pragas e à produção orgânica. Esses produtos, além de apresentarem um menor custo econômico, reduzem o uso e o acúmulo de pesticidas no meio ambiente, uma vez que são biodegradáveis e possuem efeitos colaterais menos agressivos, típicos dos inseticidas naturais convencionais (Rodrigues et al., 2017).

Alguns extratos reduzem a quantidade de patógenos presentes na planta, como o extrato de alho (*Allium sativum*), que é um inseticida com largo espectro de ação, que possui vários compostos com atividade biocida, sendo o principal o dialil-disulfito, que é formado

quando o bulbo é cortado ou esmagado, sendo encontrado em maiores concentrações no óleo essencial de alho, que pode ser extraído principalmente por destilação a vapor ou maceração em solventes

(Rocha et al., 2020). Desse modo, estudos indicaram sua eficácia contra diversas pragas agrícolas, principalmente pulgões ou afídeos. Logo, torna-se uma alternativa relevante para o cajueiro dado que possui ação contra *Aphis gossypii Glover e Toxoptera aurantii* (Guse e Bianchi, 2020).

Tendo em vista outra alternativa de controle alternativo, eficiente e sustentável, tem-se como exemplo o extrato vegetal derivado do nim (*Azadirachta indica*), o qual possui o metabólito secundário azadiractina, pertencente a classe dos limonoides, no qual é conhecido por suas propriedades bioativas, como ação inseticida e reguladora do crescimento de insetos, sendo amplamente empregado no combate de pragas com amplo espectro de ação, sendo comprovadamente eficaz contra mais de 400 espécies de pragas, conforme estudos realizados (Campos, 2016).

Dessa forma, o nim apresenta uma série de características benéficas que o tornam um potente agente no controle de pragas, sendo amplamente reconhecido por apresentar um grande número de compostos biologicamente ativos, os quais são isolados em diferentes partes da planta, como folhas, sementes e casca. Sendo assim, destacam-se entre as ações dessa planta a repelência, que impede os insetos de se aproximarem das plantas tratadas, e a inibição de comportamentos alimentares e de oviposição, dificultando a alimentação e a reprodução dos insetos (Lima et al., 2024).

Outra espécie vegetal que possui características ideais para a utilização acerca do combate de pragas do cajueiro, é a arruda (*Ruta graveolens*), dado que através de análises realizadas demonstram que possui diversos ativos como a rutina, o psoraleno, a alantoína e os alcalóides que servem para o manejo de pragas do cajueiro tanto relacionados a insetos, larvas e até mesmo fungos. Além do seu potencial biocida, outro ponto positivo a se ressaltar é que é uma planta de fácil adaptação em diferentes climas do país, o que facilita para agricultores o acesso e cultivo para produção de extratos (Almeida; Silveira, 2019). Em vista disso, a arruda tem se mostrado eficiente no controle de insetos como cochonilhas, pulgões e ácaros, pragas comumente associadas ao cajueiro, reforçando sua relevância no manejo fitossanitário sustentável e facilitado, tendo em vista métodos como maceração com álcool, maceração e cocção em água, são métodos para extrair os compostos ativos da arruda. (Mendes; Krupek, 2021).

Ademais, é possível ressaltar que o cajueiro além de sofrer ataques de insetos e ácaros conforme descrito no quadro anterior, também sofre com fungos fitopatogênicos de diversas espécies, sendo a antracnose a principal e mais destrutiva, a qual é causada por pelo menos sete espécies do fungo *Colletotrichum*, com destaque para *Colletotrichum gloeosporioides* que ataca tanto na fase vegetativa quanto reprodutiva (Veloso *et al.*, 2022).

Tendo em vista o combate de pragas do cajueiro através de extratos vegetais, pode-se citar o *Rosmarinus officinalis* (alecrim-pimenta), planta com propriedades antifúngicas, que se destaca por apresentar potencial significativo através da produção do seu extrato bruto aquoso, rico em compostos fenólicos, flavonoides e óleos essenciais, destacando-se o timol e o carvacrol, para o combate ao controle da antracnose. Além disso, não apenas demonstram atividade fungicida, mas também têm mostrado eficácia no controle de pragas como insetos e ácaros, logo, sendo uma alternativa viável para o controle integrado de pragas e doenças no cultivo do cajueiro (Oliveira, Viana e Martins, 2016).

4 CONCLUSÃO

O presente capítulo tem sua relevância pautada na importância de novos métodos de controle integrado de pragas do cajueiro, promovendo a atividade sinérgica da economia e da saúde da população. O aprofundamento nesta temática permite o desenvolvimento de políticas públicas que fortaleçam e incentivem a agricultura familiar proporcionando a integração do conhecimento científico à prática popular.

Os próximos quatro capítulos serão dedicados a um aprofundamento detalhado sobre algumas espécies vegetais específicas que se destacam como alternativas sustentáveis e eficazes no manejo fitossanitário do cajueiro. Neles, serão explorados os mecanismos de ação, as metodologias de extração e os resultados práticos de cada planta no combate às principais pragas e doenças da cultura

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. DE O.; SILVEIRA, J. V. W. Perspectivas da utilização de arruda (*Ruta graveolens*) no armazenamento de grãos. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, p. 896-902, ago. 2019. Editora Blucher. http://dx.doi.org/10.5151/cobecic2019-emn24.

BORGES, L. P.; AMORIM, V. A. Metabólitos Secundários de Plantas. **Revista Agrotecnologia,** Ipameri, v. 11, n. 1, p. 54-67, nov. 2020.

CAMPOS, J. O. **Ação do Extrato de Folhas do Nim sobre o Pulgão da Couve**. 2016. 53 f. Monografia (Especialização) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

FRANÇA, A. R. M. **Dinamização econômica e socioambiental na agricultura familiar: um estudo da cadeia produtiva da cajucultura no território Açu-Mossoró (RN)**. 2016. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ambiente, Tecnologia e Sociedade, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

GARCIA, S. D.; LARA, T. I. DA C. O impacto do uso dos agrotóxicos na saúde pública: revisão de literatura. **Saúde e Desenvolvimento Humano**, v. 8, n. 1, p. 85, 2 mar. 2020. Centro Universitário La Salle - UNILASALLE. http://dx.doi.org/10.18316/sdh.v8i1.6087.

GOMES, G. L. B. **Análise do mercado global de amêndoa da castanha de caju**. 2021. Monografia (Graduação em Administração) - Centro Universitário Christus. Fortaleza, 2021

GONÇALVES, M. W. O.; MESQUITA, A. L. M.; PEREIRA, R. DE C. **A.Infestação da traça da castanha (*Anacampsis phytomiella Busck*) em frutos do cajueiro anão precoce consorciado com pimenta.**In: ANDRADE, Jaily
Kerller Batista. .**Desafios globais, soluções locais: Avanços em Ciências Agrárias e Ambientais.**Campina Grande: Licuri, 2023, p. 32-45.

GUSE, M. D.; BIANCHI, V. **Extratos De Cinamomo (*Melia Azedarach L.*) E Alho (*Allium Sativum L.*) no Controle de Afídeos na Cultura de Couve (*Brassica Oleracea L.*)**. 2020.

LIMA, D. M. DO N. *et al.* Efeitos da Toxicidade da Planta Azadirachta indica A. Juss. (Neem) na Biodiversidade de Insetos Polinizadores. **Meio Ambiente.** Brasil, p. 50-71. 11 set. 2024.

LIMA, L.C. **Síntese Dos Feromônios Das Duas Principais Pragas Do Cajueiro: *anacampsis phytomiella e anthistarcha binocularis*.** 2020. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020.

LIMA, R. R. **Nim *(Azadirachta Indica)*: Uma Revisão Bibliográfica Sobre a Fitoquímica, e Seu Uso Como Inseticida Natural.** 2022. 29 f. Monografia (Especialização) - Curso de Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – Campus Ouricuri, Ouricuri, 2022.

MENDES, A. B.; KRUPEK, R. A. Conhecimento Empírico e Científico: correlação nos processos de biofertilização utilizados na agricultura orgânica familiar. **Luminária**, v. 23, n. 01, p. 49-71, 23 jun. 2021. Universidade Estadual do Paraná - Unespar. http://dx.doi.org/10.33871/23594373.2021.23.01.4049.
MESQUITA, A. L. M.; DIAS-PINI, N. S.; BRAGA S. R. **Sistema de produção do caju: Pragas do cajueiro**. 2 ed. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2016.

MESQUITA, A. L. M. *et al.* Princípios ativos e características de defensivos agrícolas registrados para controle de pragas do cajueiro. **Pesquisas e Inovações em Ciências**

Ambientais e Agrárias, p. 109-121, 8 mar. 2024. Editora Licuri. http://dx.doi.org/10.58203/licuri.22190.

OLIVEIRA, E. M. C. **Espécies de insecta fitófagas associadas ao cajueiro.** 2024. 86 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.

OLIVEIRA, E. S.; VIANA, F. M. P.; MARTINS, M. V. V. Alternativas a fungicidas sintéticos no controle da antracnose da banana. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 4, p. 340-350, dez. 2016. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/2000.

ROCHA, L. Í. R. *et al.* Efeito de quatro extratos de plantas sobre as fases imaturas de mosca minadora (*Liriomyza trifolii)* em tomateiro. **Nucleus,** v. 17, n. 2, p. 1-11, 30 out. 2020. Fundação Educacional de Ituverava. http://dx.doi.org/10.3738/1982.2278.3705.

RODRIGUES, J. S. *et al.* Atividade inseticida de extratos vegetais e seletividade a insetos benéficos. **Revista Semiárido de Visu**, v. 5, n. 3, p. 138-148, 31 dez. 2017. Revista Semiárido De Visu. http://dx.doi.org/10.31416/rsdv.v5i3.122.

SILVA, M. N. C. **Preferência e graus de infestação da traça-da-castanha (*Anacampsis phytomiella Busck*) em clones de cajueiro (*anacardium occidentalle l.*) no estado do ceará**. 2016. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

SOUSA, N. I. G. **Insetos predadores de pragas do cajueiro no brasil**. 2018. 70 f. Monografia (Especialização) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

TEIXEIRA, P. B. S. **Distribuição e danos causados pela traça-das-castanhas ao cajueiro.** 2023. 37 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza 2023.

VELOSO, J. S. *et al.* Antracnose do cajueiro: etiologia, sintomatologia e aspectos epidemiológicos. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, p. 200-215, 29 mar. 2022. Sociedade Brasileira De Fitopatologia. http://dx.doi.org/10.31976/0104-038321v280009.

PÁGINA 103. DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-8

EXTRATO NATURAL DE NIM: DA SABEDORIA POPULAR À ESTRATÉGIA NO CONTROLE DE PRAGAS DO CAJU

Gustavo da Penha de Paula
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/8594246920501085
Orcid: https://orcid.org/0009-0001-7412-9312

Ryan Francisco Castro de Lima
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/7781219017332449
Orcid: https://orcid.org/0009-0003-4096-0401

Paulo Henrique Pereira Lima
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: https://lattes.cnpq.br/1179555225089294 Orcid: https://orcid.org/0009-0002-5088-0109

João Pereira de Andrade Neto
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: https://lattes.cnpq.br/7944114938452092 Orcid: https://orcid.org/0009-0001-6560-1777

João Victor da Silva Oliveira
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes:http://lattes.cnpq.br/8355435812170857 Orcid: ttps://orcid.org/0009-0001-2109-8794

Luanne Eugênia Nunes
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/9146301553052343 Orcid: https://orcid.org/0000-0001-6524-0994

Talita Magalhães Rocha
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes:http://lattes.cnpq.br/7324074924302553 Orcid: https://orcid.org/0000-0002-6076-7030

Francisco Cirineu das Chagas Neto
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/5309017267299484
Orcid: https://orcid.org/0009-0000-2161-2776

RESUMO

A produção agrícola do caju enfrenta diversos desafios decorrentes das pragas, representando sérios riscos à segurança alimentar e até à saúde humana. Nessa perspectiva, os extratos naturais surgem como uma estratégia alternativa para o manejo de pragas, oferecendo segurança, baixo custo, facilidade de produção e, geralmente, alta biodegradabilidade. Entre as espécies vegetais com propriedades biocidas contra uma ampla gama de pragas do cajueiro, incluindo insetos, fungos e bactérias, destaca-se a *Azadirachta indica*, conhecida popularmente como Nim. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi descrever esta espécie vegetal, abordando suas características botânicas, composição química e a preparação de extratos com atividade biocida. Assim, este capítulo consiste em uma revisão bibliográfica narrativa, de abordagem descritiva, com método qualitativo. Como critério de inclusão, utilizou-se publicações realizadas nos últimos onze anos (2014-2025), disponíveis nos idiomas português, espanhol e inglês, que estivessem diretamente relacionados com a temática ou abordassem características específicas de forma isolado. Como critério de exclusão, exclui-se trabalhos incompletos, resumos, trabalhos pagos, fora da faixa temporal abordada e sem contexto com a temática. Dentre os metabólitos presentes no Nim, destaca-se principalmente a azadiractina como também os gedunina, nimbolida, nimbin e salamim, que alteram o crescimento das asas, os hormônios reguladores do crescimento, reprodução e as fases de desenvolvimento dos organismos, reduzindo a fertilidade, provocando deformações e, consequentemente, levando à morte. Por meio desta revisão, foi possível identificar diferentes métodos para a produção tanto de óleo, quanto de extratos. Dentre suas atividades, destacam-se atividade inseticida, interferência no crescimento, desenvolvimento e comportamento alimentar de inúmeros insetos. Com isso, as preparações extraídas do nim apresentam atividades inseticidas que abrem portas para o desenvolvimento de soluções mais seguras, além de mais sustentáveis para uso na cajucultura.

Palavras-chave:
Neem;
Controle de Pragas;
Sustentabilidade.

NATURAL NEEM EXTRACT: FROM FOLK WISDOM TO PEST CONTROL STRATEGY FOR CASHEWS

ABSTRACT

Cashew crop production faces various challenges due to pests, posing serious risks to food security and even human health. In this context, natural extracts emerge as an alternative pest management strategy, offering safety, low cost, ease of production, and generally high biodegradability. Among the plant species with biocidal properties against a wide range of cashew pests, including insects, fungi, and bacteria, *Azadirachta indica*, popularly known as Neem, stands out. This study aimed to describe this plant species, covering its botanical characteristics, chemical composition, and the preparation of extracts with biocidal activity. The study consists of a narrative literature review using a descriptive, qualitative approach. Inclusion criteria comprised publications from the last eleven years (2014–2025) in Portuguese, Spanish, or English that were directly related to the topic or addressed specific characteristics in isolation. Exclusion criteria included incomplete works, abstracts, paid-access papers, works outside the specified timeframe, and those lacking relevance to the subject matter. Key metabolites found in Neem include azadirachtin, as well as gedunin, nimbolide, nimbin, and salannin; these compounds alter wing growth, growth-regulating hormones, reproduction, and developmental stages, thereby reducing fertility, causing deformities, and ultimately leading to death. This review identified various methods for producing both oil and extracts. Notable activities include insecticidal effects and interference with the growth, development, and feeding behavior of numerous insects. Consequently, Neem-derived preparations

Keywords:
Neem;
Pest Control;
Sustainability.

exhibit insecticidal properties that pave the way for the development of safer, more sustainable solutions for cashew cultivation.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, com seu clima tropical e vasta extensão territorial, destaca-se como um dos maiores produtores agrícolas do mundo (Miranda; Sousa; Santana, 2023). No entanto, a produção enfrenta desafios relacionados às pragas agrícolas que comprometem a qualidade, quantidade e eficiência produtiva, além de representarem sérios riscos à segurança alimentar. Diante disso, torna-se fundamental o desenvolvimento e o aprimoramento de práticas agrícolas sustentáveis, que preservem a saúde humana, animal e ambiental (Tinoco; Da Silva; Da Rocha, 2023).

Nessa perspectiva, os extratos naturais surgem como uma estratégia alternativa para o manejo de pragas do cajueiro, oferecendo segurança, baixo custo, facilidade de produção e, geralmente, alta biodegradabilidade. O desenvolvimento desses sistemas de controle favorece interações naturais, contribuindo para a sustentabilidade agrícola, e vem tornando-se usual entre os agricultores, principalmente em lavouras de pequena e média extensão e na agricultura familiar (Freires, 2022).

Entre as espécies vegetais com propriedades biocidas contra uma ampla gama de pragas, incluindo insetos, fungos e bactérias, destaca-se a *Azadirachta indica*, conhecida popularmente como Nim. Essa espécie contém uma grande variedade de substâncias bioativas responsáveis por diversos efeitos, como atividade inseticida e repelente. Atualmente, sua eficácia já foi comprovada contra mais de 400 espécies de insetos e ácaros, causando efeitos como redução na alimentação, repelência à oviposição, interrupção do desenvolvimento, inibição da ecdise (estágio de mudança do exoesqueleto), menor fertilidade e fecundidade, além de outras alterações fisiológicas e comportamentais que podem levar à morte (Lima; Silva, 2022).

Assim, o objetivo do presente estudo foi descrever a espécie vegetal *Azadirachta indica*, abordando suas características botânicas e composição química. Além disso, buscou-se detalhar a obtenção e a aplicação do extrato natural de Nim, destacando seus principais compostos bioativos e os mecanismos de ação envolvidos no controle de pragas agrícolas do cajueiro. O estudo também visou apresentar a eficácia do Nim contra diferentes grupos

de pragas, evidenciando sua contribuição para práticas agrícolas sustentáveis e seu potencial como alternativa aos pesticidas sintéticos.

2 METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma revisão bibliográfica narrativa, de abordagem descritiva, com método qualitativo, a fim de relatar as propriedades do extrato de Nim e sua atividade inseticida. Para o desenvolvimento do estudo, buscou-se na literatura brasileira e internacional, uma vasta diversidade de fontes, incluindo artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso, teses, dissertações, dados oficiais e capítulos de livros, selecionados a partir da base de dados *Google Scholar*.

Com intuito de se fazer uma triagem nas publicações, os termos "Extratos naturais", "Nim (*Azadirachta indica*)" e "Pragas" foram utilizados para aprimorar os resultados. Nesse mesmo sentido, para utilizar os trabalhos, elegeu-se como critério de inclusão publicações realizadas nos últimos onze anos (2014-2025), disponíveis nos idiomas português, espanhol e inglês, que estivessem diretamente relacionados com a temática ou abordassem características específicas de forma isolado. Como critério de exclusão, exclui-se trabalhos incompletos, resumos, trabalhos pagos, fora da faixa temporal abordada e sem contexto com a temática.

Durante a elaboração do trabalho, um dos desafios encontrados foi padronizar a escolha da metodologia de preparação do extrato, considerando as diversas formas de obtenção, bem como os diferentes solventes utilizados na extração dos metabólitos bioativos.

Nessa perspectiva, por se tratar de uma revisão bibliográfica baseada em trabalhos já publicados e acessíveis ao público por meio da internet, a necessidade de apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa é dispensada, conforme estabelecido pela Resolução nº 466 do Conselho Nacional de Saúde, de 12 de dezembro de 2012. Essa resolução estabelece diretrizes para pesquisas que utilizam materiais já existentes, garantindo a conformidade ética sem a exigência de avaliação prévia quando os dados são de domínio público e não envolvem sujeitos humanos diretamente.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Nim (*Azadirachta indica*)

O nim é uma árvore originária da Índia, trazida para o Brasil na década de 1980, pertencente à família *Meliaceae*. Caracteriza-se como uma planta exótica invasora, que pode causar impactos negativos à agricultura, à pecuária e aos ecossistemas naturais. Ao longo dos anos, a espécie tem sido amplamente estudada e utilizada para diversas finalidades, como o tratamento de infecções, como bioinseticida, na obtenção de madeira e na arborização urbana. No Nordeste, em particular, o nim é frequentemente plantado em ruas e praças, o que facilita seu acesso à população (Santos; Fabricante, 2020).

Esta espécie é frondosa (possui muitos ramos e folhas) e pode chegar a ter até 30 metros de altura e 2,5 metros de circunferência. Geralmente, seus galhos são cheios de folhas com exceção de períodos de extrema seca. Suas raízes, penetram profundamente o solo, e quando sofrem algum dano produzem rebentos (brotos que surgem do tronco) que tendem a ser prolíficos, produtivos, em períodos de secas. Seu fruto constitui uma drupa ovalada (forma elíptica), medindo em torno de 2cm, da cor amarela quando madura e com uma semente envolta em uma polpa doce (Brasil, 2021).

Dentre suas inúmeras utilidades, o nim apresenta vasta aplicação na área da saúde desde a antiguidade, devido possuir propriedades anti-inflamatórias, antibacterianas e até mesmo antifúngicas. Estudos comprovam sua eficácia sobre fungos que infectam o corpo humano, como *Trichophyton*: Pé-de-atleta. Além disso, pesquisas demonstram sua ação como inseticida dermatológico, sendo amplamente utilizado no tratamento de piolhos e vermes (Singhal; Singhal, 2021).

A sua utilização em forma de extrato agrega positivamente fatores econômicos e ecológicos, dado que reduz o custo e o uso frequente de agrotóxicos sintéticos. Portanto, o extrato de nim é uma alternativa eficaz tanto para o controle de pragas e doenças, quanto para economia de diversas culturas, dado que reduz a necessidade de uso de produtos químicos sintéticos, contribuindo para a redução de custos de produção das lavouras (Bertino *et al*., 2015).

Figura 1. Nim (*Azadirachta indica*), tronco e parte aérea.



Fonte: Autoria própria, 2025.

3.2 Aspectos fitoquímicos

Algumas características fitoquímicas do nim o tornam um inseticida natural promissor contra pragas do cajueiro, como: componentes de fácil extração, solúveis em água, possibilidade de extração sem danificar a planta e baixo custo. Essa espécie possui uma ampla gama de substâncias ativas, com diversos compostos isolados que atuam diretamente sobre insetos e pragas. Esses compostos alteram o crescimento das asas, os hormônios reguladores do crescimento, reprodução e as fases de desenvolvimento dos organismos, reduzindo a fertilidade, provocando deformações e, consequentemente, levando à morte (Lima, 2022).

Dentre os mais de 300 compostos identificados no nim, alguns metabólitos vêm se destacando por suas propriedades bioativas no controle de pragas e em diversas aplicações terapêuticas, sendo elas: azadiractina, gedunina e nimbolida, nibim e salanim (Tabela 1). A azadiractina é considerada a principal substância ativa do Nim, com atividade inseticida reconhecida por interferir no crescimento, desenvolvimento e comportamento alimentar de inúmeros insetos. Já a gedunina, apresenta propriedades antimicrobianas, anti parasitárias e antiproliferativas, além do mais, vem sendo investigada por sua eficácia contra microrganismos patogênicos. Já a nimbolida, possui atividades antioxidantes, anti-inflamatórias e anticancerígenas, além de atuar na modulação do crescimento celular em diferentes organismos. Por fim, salanim e nibim que apresentam efeito repelente (Lima; Silva, 2022). Assim, esses compostos, em sinergia com outros metabólitos secundários, reforçam o potencial biocida do nim como uma estratégia sustentável no manejo de pragas (Wylie; Merrell, 2022; Lima, 2022).

Tabela 1. Principais metabólitos do Nim

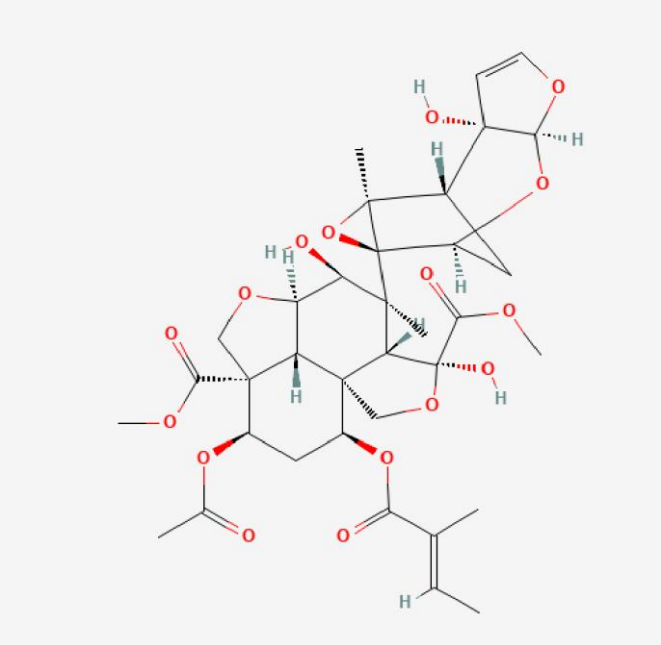
Metabólito	Classe principal; Subclasse, Grupo específico	Fórmula molecular	Atividade	Referência
Azadiractina	Terpenoides; Triterpenos; Limonoides	C35H44O16	Inseticida e repelente de insetos, o mais utilizado e já vendido em forma comercial como inseticida	Lima, 2022;
Gedunina	Terpenoides; Triterpenos; Limonoides	C28H34O7	Usada na medicina homeopática, além de demonstrar atividades antiparasitárias, antifúngicas e anticancerígena s	Gupta et al., 2017
Nimbolida	Terpenoides; Triterpenos; Limonoides	C27H30O7	Propriedades anticancerígena s, antimicrobianas , antioxidantes e inseticidas	Wang et al. 2016
Nimbin	Terpenoides; Triterpenos; Limonoides	C30H36O9	Espermicida e anti-inflamatóri o em vertebrados, mais explorado na fitoterapia	Lima, 2022;
Salamim	Terpenoides; Triterpenos; Limonoides	C34H44O9	Repelente de insetos	Lima, 2022;

Fonte: Autoria própria, 2025.

A azadiractina é o principal composto associado aos efeitos tóxicos causados nos insetos, sendo uma molécula complexa caracterizada por possuir como grupamentos um composto orgânico heterotetracíclico, um éster acetato, um epóxido, um éster enoato, um hemicetal cíclico, um álcool terciário, um álcool sec'undário e um éster metílico (PubChem, 2025).

Como substância presente no nim, a azadiractina atua por ação direta no sistema neuroendócrino e torna o alimento repulsivo aos insetos, estimulando células de dissuasão específicas em seus sensores químicos larvais. Em decorrência disso, essa interferência na alimentação ocasiona uma gama de consequências, a exemplo da redução da aptidão procriativa e da fecundidade em diferentes grupos, da alteração da conduta e da indução de distintas anomalias no metabolismo das células e na fisiologia, consequentemente sua ação inseticida se manifesta prejudicando o desenvolvimento larval, causando letalidade em ovos e retardando o crescimento dos insetos (Lima et al., 2024).

Figura 2. Estrutura química da azadiractina



Fonte: PubChem, 2025.

3.3 Preparo dos extratos

O extrato de Nim apresenta atividade aleloquímica, ou seja, interfere no crescimento e desenvolvimento de outros organismos, podendo modular os padrões e processos ecológicos (Nascimento et al. 2024).Os metabólitos presentes nesta espécie podem ser extraídos de diversas partes da planta, como folhas, frutos, sementes, casca e raízes. No entanto, estudos demonstram que a composição fitoquímica e a concentração desses metabólitos variam significativamente entre essas partes. Por exemplo, folhas e frutos apresentam perfis distintos em relação à quantidade e ao tipo de compostos bioativos, como limonóides, flavonoides, terpenoides e saponinas (Khanal, 2021).

Para as sementes, diversas metodologias podem ser empregadas na extração de óleos, incluindo prensagem a frio, prensagem a quente, extração com fluido supercrítico, hidrodestilação, maceração, extração assistida por ultrassom e extração por Soxhlet. Cada técnica apresenta características específicas em termos de rendimento, pureza do óleo e viabilidade econômica, sendo escolhida de acordo com os objetivos da aplicação e os recursos disponíveis. Trabalhos relatam que a extração por soxhlet apresenta rendimento satisfatório e sua caracterização por cromatografia gasosa identificou a presença de 35 compostos voláteis de diversas classes químicas, como ácido palmítico e ácido esteárico, além do mais, detectou alta concentração de ácidos graxos em especial com maior quantidade ácidos oleico e ácido linoleico (Cabral, 2024).

3.4 Oleato de *Azadirachta indica*

A extração do óleo a partir da semente pode ser realizada por diversas técnicas, sendo a extração mecânica uma das mais eficazes, logo, o processo inicia-se a partir da coleta dos frutos, que deve ocorrer quando os frutos estiverem amarelados e maduros. Posteriormente, a secagem das sementes deve ocorrer em ambiente ventilado ou seco a 50°C até obter umidade constante e em seguida, em ambiente sombreado, realizar a extração utilizando solvente ou por prensa mecânica, processo esse que não faz uso de produtos químicos e bastante viável para produtores rurais. Contudo, ao utilizar a extração mecânica, o óleo ou gordura bruta passa por um processo de filtragem através de um filtro-prensa, no qual o subproduto vai para o processo de extração com solvente, e após filtrado, é encaminhado para os processos de purificação, tendo assim um menor rendimento de óleo obtido quando comparado com a extração por solvente (Gomes, 2019).

3.5 Extrato aquoso de *Azadirachta indica*

Para obtenção do extrato aquoso, no qual tem como base a utilização das folhas do nim, podem ser utilizados diferentes processos metodológicos para extração dos bioativos com atividade inseticida, como a maceração, como também a trituração de folhas secas, para obtenção do pó que será suspenso posteriormente em água (Santos; Martins; Souza, 2014; Viana; Ribeiro, 2010).

No processo da maceração, inicialmente as folhas do nim passam por um processo de limpeza prévia com enxágue para retirada de contaminantes macroscópicos como areia restos

de materiais orgânicos, são posteriormente rasuradas ou moídas, em seguida pesa-se 150 g das folhas e adiciona-se em 1L de água deixando de repouso por 10 dias, em ambiente protegido da luz direta e sob temperatura ambiente, permitindo a difusão dos princípios ativos para o meio líquido. Após o período de maceração, o extrato é filtrado utilizando-se um tecido de algodão de malha fina, com o objetivo de remover resíduos sólidos e obter um extrato mais limpo, assim, estando pronto para uso em aplicações bioinseticidas (Viana; Ribeiro, 2010).

No processo de trituração para a obtenção de extrato vegetal, inicialmente realiza-se a secagem da espécie vegetal em ambiente protegido da luz solar direta, preferencialmente

à sombra ou em estufa, a fim de preservar os compostos voláteis e termossensíveis presentes nas folhas. Após a completa secagem, o material vegetal é triturado até a obtenção de um pó fino e homogêneo. Em seguida, o pó referente a 150g de folhas de nim é incorporado a 1 litro de água, realizando-se uma agitação manual ou mecânica para garantir a homogeneização do extrato. Esse preparado, por se tratar de uma solução aquosa sem conservantes, apresenta validade reduzida, sendo recomendado seu uso em até 48 horas (Gomes *et al*, 2015; Viana; Ribeiro, 2010).

3.6 Extrato hidroalcoólico de *Azadirachta indica*

Para a preparação do extrato hidroalcoólico das folhas de Nim (*Azadirachta indica*), inicia-se com a coleta das folhas, que devem ser lavadas e secas em local ventilado, à sombra, até que estejam totalmente desidratadas. Em seguida, realiza-se a secagem final em estufa a 45°C para garantir a retirada de toda umidade. Após a secagem, as folhas são trituradas até a obtenção de um pó fino. Esse material é então submetido ao processo de maceração, utilizando-se álcool etílico a 70%, na proporção de uma parte de pó para três partes de álcool (1:3). A mistura deve permanecer em repouso por 72 horas em temperatura ambiente, sendo agitada ocasionalmente para facilitar a extração dos compostos bioativos. Ao final desse período, realiza-se a filtração com auxílio de papel de filtro ou gaze, separando o extrato líquido do resíduo sólido. Esse processo de extração pode ser repetido de três a cinco vezes para maior rendimento (Brasil, 2014).

4 CONCLUSÃO

Dentre as múltiplas qualidades do nim, sobressaem sua capacidade inseticida e sua função de interferir no crescimento, desenvolvimento e comportamento alimentar de inúmeros insetos, primordialmente relacionados à azadiractina. Essas particularidades permitem que o nim seja empregado como um método eficaz no controle de pragas da cajucultura.

Diante disso, este estudo investiga os aspectos gerais e botânicos, a caracterização de seus metabólitos ativos e a obtenção de extratos bioativos dessa planta.

Entre as diversas preparações investigadas como óleo, extratos aquosos e extrato hidroalcoólico de nim, todos eles se destacam revelando eficácia considerável, embora em proporções variáveis. Com isso, é perceptível que o nim representa uma alternativa

biopesticida robusta e natural, capaz de reduzir a dependência de produtos químicos sintéticos no manejo de pragas do cajueiro.

REFERÊNCIAS

BERTINO, A. M. P. *et al.* Aplicação de extrato de nim (*Azadirachta indica L.*) em tripes (*Frankiliniella shultzei L.*) na cultura do tomateiro. **Revista Terceiro Incluído**, v. 5, n. 2, p. 452-456, 30 nov. 2015. Universidade Federal de Goiás. http://dx.doi.org/10.5216/teri.v5i2.38800.

BRASIL. **Processo de preparo e aplicação de compostos inseticidas obtidos a partir do extrato hidroalcoólico das folhas do Nim (*Azadirachta indica A. Juss*) para eliminação dos ovos e larvas do Aedes aegypti**. BRPI1003892A2, 15 abr. 2014. Disponível em: https://patents.google.com/patent/BRPI1003892A2/pt. Acesso em: 3 jun. 2025.

CABRAL, S. M. **Extração e caracterização química do óleo de sementes de nim (*Azadirachta indica*)**. 2024. 80 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Química, Universidade Federal do Norte do Tocantins, Araguaína, 2024.
Compound Summary for CID 5281303, Allicin. **Bethesda (MD): National Library of Medicine**, 2025. Disponível em: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5281303. Acesso em: 1 jun. 2025

FREIRES, S. T. DOS S. **Utilização de inseticidas naturais na agricultura: uma revisão**. TCC (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, Petrolina, PE, 36 f., 2022.

GOMES, C. F. et al. **Uso do extrato da *Azadirachta indica* das lagartas *Spodoptera cosmioides* e *Spodoptera eridania (Noctuidae*).** 2015. 15 f. Graduação - Curso de Biologia, Faculdade de Biologia e Química da Unirv-Universidade de Rio Verde, Goiás, 2015.

GOMES, R.U. **Produção do óleo da semente de Nim (*Azadirachta indica*) na mesorregião do sertão Alagoano: efeito da secagem e do método de extração.** 2019. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro de Tecnologia, Programa de Pós Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019.

GUPTA, S. C. *et al.* Neem (*Azadirachta indica*): an indian traditional panacea with modern molecular basis. **Phytomedicine**, v. 34, p. 14-20, out. 2017. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.phymed.2017.07.001.
https://www.nepjol.info/index.php/IJASBT/article/view/38050. Acesso em: 21 apr. 2025.

KHANAL, S. Qualitative and Quantitative Phytochemical Screening of *Azadirachta indica Juss.* Plant Parts. **International Journal of Applied Sciences and Biotechnology**, v. 9, n. 2, p. 122–127, 2021. DOI: 10.3126/ijasbt.v9i2.38050.

LIMA, D. M. N. et al. Efeitos da Toxicidade da Planta *Azadirachta indica A. Juss* (Neem) na Biodiversidade de Insetos Polinizadores. **Meio Ambiente (Brasil)**, v.6, n.3, p.50-71, 2024.

LIMA, R. R.; SILVA, F. P. Nim (*Azadirachta indica*): uma abordagem sobre uso como inseticida natural. **Revista Científica Acertte** - Issn 2763-8928, v. 2, n. 10, 5 out. 2022. http://dx.doi.org/10.47820/acertte.v2i10.99.

LIMA, R.R. **Nim (*Azadirachta indica*): uma revisão bibliográfica sobre a fitoquímica e seu uso como inseticida natural.** Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Ouricuri, Ouricuri-PE, 29f., 2022.

MIRANDA, H. R. N.; SOUSA, E. S. B.; SANTANA, G. DE G. Controle biológico: combate de pragas de forma sustentável na fase vegetativa do milho. J**NT Facit Business and Technology Journal.** Ed. 46. Vol. 02. Págs. 328-342, 2023. ISSN: 2526-4281 http://revistas.faculdadefacit.edu.br.

NASCIMENTO, L.; FARIAS, M. H. B.; LEITE, M. E.; OLIVEIRA, J. F. 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.

NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION. PubChem
SANTOS, E. A.; MARTINS, K. de Q. .; SOUZA, N. M. A. Obtenção de extratos a base de nim (*Azadiracha indica A.juss*) para o controle de moscas brancas (*Bemisia tabaci*) em árvores frutíferas. **Revista Ambientale,** v. 4, n. 1, p. 56–64, 2014. Disponível em: https://periodicosuneal.emnuvens.com.br/ambientale/article/view/109.

A. Juss.) no Nordeste Brasileiro. **Revista de Ciências Ambientais - RCA**, Canoas, v. 14, n. 3, p. 1-10, 2020. DOI: 10.18316/rca.v14i3.5093.

SINGHAL, N.; SINGHAL, M. Nim (Neem) - *Azadirachta indica A. Juss* - A Árvore das Mil e uma Utilidades. **Fundação Joaquim Nabuco**, Brasil, 18 de nov. 2021.

TINOCO, T. J.; SILVA, P. L.; ROCHA, A. P. S. Manejo integrado de pragas e doenças em sistemas agrícolas. Revista Contemporânea, v. 3, n. 11, p. 22675–22697, 2023. DOI: 10.56083/RCV3N11-135.

VIANA, P. A.; RIBEIRO, P. E. DE A. Efeito do extrato aquoso de folhas verdes de nim *(Azadirachta indica*) e do horário de aplicação sobre o dano e o desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (SMITH, 1797) (*Lepidoptera: noctuidae*) na cultura do milho. **Revista Brasileira De Milho E Sorgo**, V. 9, N. 01, P. 27–37, 2010. Doi: 10.18512/1980-6477/Rbms.V9n01p27-37.

WANG, L, et al. Anticancer properties of nimbolide and pharmacokinetic considerations to accelerate its development. **Oncotarget**, v. 7, n. 28, p. 44790-44802, 24 mar. 2016. Impact Journals, LLC. http://dx.doi.org/10.18632/oncotarget.8316.

WYLIE, M. R.; MERRELL, D. S. The Antimicrobial Potential of the Neem Tree *Azadirachta indica*. **Frontiers In Pharmacology**, v. 13, 30 maio de 2022. Frontiers Media SA. http://dx.doi.org/10.3389/fphar.2022.891535.

PÁGINA 115. DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-9

EXTRATO DE ALHO: UMA ALTERNATIVA NATURAL PARA SAÚDE E CONTROLE DE PRAGAS

Gustavo da Penha de Paula
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/8594246920501085
Orcid: https://orcid.org/0009-0001-7412-9312

Ryan Francisco Castro de Lima
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/7781219017332449
Orcid: https://orcid.org/0009-0003-4096-0401

Paulo Henrique Pereira Lima
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: https://lattes.cnpq.br/1179555225089294 Orcid: https://orcid.org/0009-0002-5088-0109

João Pereira de Andrade Neto
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: https://lattes.cnpq.br/7944114938452092 Orcid: https://orcid.org/0009-0001-6560-1777

João Victor da Silva Oliveira
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes:http://lattes.cnpq.br/8355435812170857 Orcid: ttps://orcid.org/0009-0001-2109-8794

Luanne Eugênia Nunes
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/9146301553052343 Orcid: https://orcid.org/0000-0001-6524-0994

Talita Magalhães Rocha
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes:http://lattes.cnpq.br/7324074924302553 Orcid: https://orcid.org/0000-0002-6076-7030

Francisco Cirineu das Chagas Neto
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/5309017267299484
Orcid: https://orcid.org/0009-0000-2161-2776

RESUMO

No contexto do manejo fitossanitário sustentável, o alho (*Allium sativum* L.) consolida-se como uma das fontes botânicas mais promissoras para a elaboração de defensivos naturais. Este capítulo tem como objetivo descrever os aspectos botânicos, a caracterização fitoquímica e as metodologias de obtenção de extratos bioativos dessa espécie, fundamentando sua aplicação prática. A fundamentação teórica baseou-se em uma revisão bibliográfica narrativa de abordagem qualitativa, compreendendo publicações nacionais e internacionais indexadas entre 2010 e 2025. O rigor na seleção dos estudos garantiu a exclusão de materiais incompletos, resumos ou conteúdos fora do recorte temporal, mantendo o foco estrito na ação biocida e nas técnicas de extração da espécie. Os resultados evidenciam que o potencial de controle de pragas e doenças está intrinsecamente ligado aos seus compostos organossulfurados, com destaque para a alicina. Este metabólito atua pela interação com grupos sulfidrila (–SH) de proteínas e enzimas, desencadeando disfunções na síntese proteica, no metabolismo mitocondrial e na integridade das membranas celulares dos organismos-alvo, culminando em sua inibição ou morte. No que tange às formulações, identificou-se que os extratos aquoso e alcoólico são os mais eficazes, demonstrando amplo espectro de ação contra insetos, ácaros, fungos e bactérias, com variações quanto à potência e adequação a diferentes cenários de aplicação. Conclui-se que o domínio das técnicas de extração e aplicação do alho representa uma ferramenta estratégica e ecologicamente segura, fortalecendo a transição para modelos de agricultura sustentável e controle botânico.

Palavras-chave:

Allium sativum;

Extratos vegetais;

Alicina.

ANTIOXIDANT AND ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITIES OF ANACARDIUM OCCIDENTALE L. LEAVES.: AN INTEGRATIVE REVIEW

ABSTRACT

Within the context of sustainable phytosanitary management, garlic (*Allium sativum* L.) stands out as one of the most promising botanical sources for the development of natural pesticides. This chapter aims to describe the botanical aspects, phytochemical characterization, and methods for obtaining bioactive extracts from this species, supporting its practical application. The theoretical foundation was based on a narrative literature review with a qualitative approach, encompassing national and international publications indexed between 2010 and 2025. Rigor in study selection ensured the exclusion of incomplete materials, abstracts, or content outside the defined timeframe, maintaining a strict focus on the biocidal action and extraction techniques of the species. The results highlight that the potential for pest and disease control is intrinsically linked to its organosulfur compounds, with emphasis on allicin. This metabolite acts by interacting with sulfhydryl groups (–SH) of proteins and enzymes,
triggering dysfunctions in protein synthesis, mitochondrial metabolism, and cell membrane integrity of target organisms, ultimately leading to their inhibition or death. Regarding formulations, aqueous and alcoholic extracts were identified as the most effective, demonstrating a broad spectrum of action against insects, mites, fungi, and bacteria, with variations in potency and suitability for different application scenarios. It is concluded that mastering garlic extraction and application techniques represents a strategic and ecologically safe tool, strengthening the transition toward sustainable agriculture and botanical control models.

Keywords:

Allium sativum;

Plant extracts;

Allicin.

1 INTRODUÇÃO

O uso intensivo de inseticidas químicos na agricultura, embora eficaz, tem gerado sérios impactos ambientais e à saúde humana, além de aumentar os custos de produção. Tendo como base esses pontos negativos, os estudos voltados para métodos alternativos de controle de pragas vêm se intensificando, como o uso de extratos vegetais. Nessa perspectiva, os extratos vegetais além de eficazes na redução de insetos, contribuem para a produção de alimentos mais saudáveis e ambientalmente sustentáveis, alinhando-se à crescente demanda por práticas agrícolas livres de agrotóxicos e também como fator positivo para saúde populacional (Guse; Bianchi, 2020).

No mundo, estima-se uma perda de 10 a 28% da produção agrícola decorrente de pragas e doenças, resultando em custos de mais de 220 bilhões de dólares para a agricultura. Além de gerar grandes perdas econômicas, as pragas afetam todos os componentes da segurança alimentar, atingindo o produto em todas as fases de produção, armazenamento e distribuição, ocasionando perdas na qualidade do alimento e em seu valor nutritivo (Silva, 2022).

No contexto da agricultura sustentável, muitas espécies vegetais produzem metabólitos secundários com funções ecológicas relevantes, especialmente na interação entre plantas e insetos. Assim, esses compostos, ao atuarem como defensivos naturais, apresentam potencial para o desenvolvimento de alternativas menos nocivas ao meio ambiente e à saúde humana. Desse modo, um exemplo promissor é o extrato de alho (*Allium sativum*), que tem demonstrado eficácia no controle de pragas, reforçando o valor dessas substâncias no manejo agroecológico (Ortiz-Rojas; Chaves-Bedoya, 2017).

Diante disso, o objetivo desta revisão é apresentar uma análise do *Allium sativum*, abordando suas características gerais e botânicas, aspectos fitoquímicos e o processo de extração e produção de extratos com atividade inseticida. Além disso, busca-se descrever a atividade biocida desta espécie contra algumas pragas agrícolas comuns no cajueiro,

destacando não apenas sua contribuição para práticas agrícolas sustentáveis, mas também seu potencial em promover a saúde populacional ao reduzir a dependência de inseticidas químicos, que apresentam riscos à saúde humana e ao meio ambiente.

2 METODOLOGIA

O presente capítulo trata-se de uma revisão bibliográfica narrativa, de caráter descritivo com abordagem qualitativa, cujo propósito é explorar as propriedades inseticidas do extrato de alho (*Allium sativum L.*), tal como seu potencial para a saúde. Com isso, a construção deste estudo fundamenta-se na análise de uma ampla gama de fontes provenientes da literatura científica brasileira e internacional, incluindo artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso (TCC), teses, dissertações, dados oficiais e capítulos de livros, selecionados a partir das bases de dados *Google Scholar*.

Com o intuito de selecionar publicações relevantes, foram utilizados os termos "Extratos naturais", "*Allium sativum L.*", "Saúde" e "Pragas" como palavras-chave para refinar os resultados da pesquisa. Desse modo, para a seleção dos artigos, foram adotados como critérios de inclusão, as publicações realizadas entre os anos de 2010 e 2025, que apresentassem relação direta com a temática ou abordassem aspectos específicos do tema. Assim, como critérios de exclusão, foram descartados trabalhos incompletos, resumos, conteúdos pagos, publicações fora do recorte temporal definido e aqueles que não apresentavam alinhamento com o foco proposto.

Por fim, devido ao estudo ser uma revisão literária, que utiliza como fonte de dados trabalhos já publicados e acessíveis à população, a necessidade de apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa é dispensada, conforme estabelecido pela Resolução nº 466 do Conselho Nacional de Saúde, de 12 de dezembro de 2012.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização Botânica do Alho (*Allium sativum* L.)

O alho (*Allium sativum L.),* faz parte da família Liliaceae, é uma planta assexuada que se propaga através do plantio dos bulbilhos ou dentes, apresentando um bulbo arredondado, popularmente chamado de cabeça, composto por 10 a 12 dentes, envoltos por uma casca, que pode ser branca, rosada ou roxa (figura 1). O desenvolvimento desta espécie parte do bulbo com o surgimento de um talo, longo e fino, com uma flor na extremidade. Este também apresenta folhas longas e achatadas como capim (Favero, 2011).

É considerado uma das hortaliças condimentares de maior relevância global, inicialmente valorizado por suas propriedades medicinais, antes de ser amplamente utilizado

como tempero. Desse modo, sua introdução no Brasil ocorreu durante o período colonial, pelos portugueses, e desde então passou a ter importância socioeconômica significativa, sendo cultivado por agricultores de diferentes escalas produtivas. Atualmente, o alho figura entre as vinte hortaliças mais cultivadas e consumidas no mundo (Grundling, Gazzola, Araújo, 2021).

Além disso, é uma planta herbácea conhecida por seu bulbo, comumente chamado de cabeça de alho, composto por vários dentes ou bulbilhos, no qual é amplamente utilizado tanto na culinária quanto por suas propriedades medicinais, uma vez que destaca-se por suas propriedades terapêuticas, como a sua ação antimicrobiana. Dessa forma, devido o *Allium sativum L.* possuir um alto consumo, é alvo de diversos estudos sobre suas diferentes finalidades, principalmente voltados para seus bulbos e bulbilhos (Santos, 2022).

O alho possui finalidades terapêuticas conhecidas, descritas e validadas, de acordo com o Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira, 6ª edição, esta planta é utilizada em cinco formulações validadas, sendo elas: alcoolatura, tintura, cápsula com droga vegetal e cápsulas com derivados. Essa legitimação ressalta os benefícios e assegura a utilização dessa espécie vegetal para diversas finalidades (Brasil, 2021).

No contexto do manejo integrado de pragas, o extrato de alho tem demonstrado eficácia contra uma ampla variedade de insetos e microrganismos, incluindo fungos e bactérias. Essa espécie vegetal contém diversas substâncias químicas com atividade biológica, destacando-se os compostos sulfurados, como o enxofre, que atuam no controle de pragas, especialmente no manejo de ácaros e fungos (Soltan, 2026).

Figura 1. Bulbos de *Allium sativum L.*



Fonte: Autoria própria, 2025.

3.2 Composição Fitoquímica e Compostos Bioativos

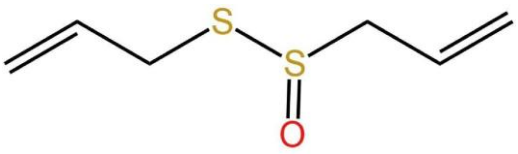
Ao analisar os aspectos fitoquímicos do alho, foram identificados aproximadamente 184 tipos diversos de metabólitos secundários ativos, sendo eles caracterizados como: organosulfurados, saponinas, flavonoides, aminoácidos, fenil prostanoides, alcaloides, além de compostos de ácidos graxos e derivados de selênio. Estes compostos são encontrados em grande concentração no bulbo, no entanto, outras partes da espécie vegetal como folhas,raízes e resíduos da casca, também foram encontrados metabólitos secundários ativos. Em geral, há uma gama de produtos químicos vegetais presente nessa espécie (El-Saadony et al., 2024).

Nessa perspectiva, o alho (*Allium sativum L.*) é rico em compostos organossulfurados com comprovada atividade biológica, destacando-se por sua elevada reatividade e capacidade de penetrar as membranas celulares, o que contribui para sua eficácia frente a diversos microrganismos (quadro 1). Dentre esses compostos, a alicina (figura 2) possui maior destaque, sendo um composto termolábil que é considerado o principal agente bioativo, estando presente no alho cru, em extratos e em óleos essenciais, assim, podendo sofrer alterações com a elevação da temperatura, mas de modo geral atua tanto contra fitopatógenos de importância agrícola, quanto contra microrganismos de interesse clínico (Bazaraliyeva et al., 2022).

A grande parte dos compostos sulfurados não se encontram nas células intactas, apenas quando o bulbo é rompido liberando esses compostos. Neste processo, compostos

como a aliina são convertidos em alicina, por meio da enzima anilase (Carvalho *et al.* 2024). A alicina, especificamente age em grupos sulfidrila (SH) em proteínas e enzimas, afetando a síntese de proteínas e a função das mitocôndrias e das membranas celulares, levando a inibição e a morte de diversas espécies de pragas (El-Saadony et al., 2024; Bazaraliyeva et al., 2022).

Figura 2. Molécula da alicina



Alicina

Fonte: Autoria própria, 2025.

3.3 Atividade Biocida e Antimicrobiana do Alho

Quadro 1. Atividade do alho contra pragas e microrganismos

Agente Alvo	**Tipo de Extrato**	**Atividade**	**Referência**
Pulgões (*Aphis gossypii*)	Aquoso	Repelente e redutor da população	Magwenya; Svotwa; Katsaruware, 2016.
Mosca-branca (*Bemisia tabaci*)	Alcoólico	Ação por contato, agindo na cutícula das pragas e também é fumigante, sendo absorvido por vias respiratórias dos insetos.	Guedes, 2019.
Curvularia lunata	Alcoólico	Ação antimicrobiana	Costa et al. 2017
Pulgões (*Aphis gossypii*)	Aquoso	Repelente e redutor da população	Magwenya; Svotwa; Katsaruware, 2016.
Mosca-branca (*Bemisia tabaci*)	Alcoólico	Ação por contato, agindo na cutícula das pragas e também é fumigante, sendo absorvido por vias respiratórias dos insetos.	Guedes, 2019.
Curvularia lunata	Alcoólico	Ação antimicrobiana	Costa et al. 2017
Fusarium	Alcoólico	Ação antimicrobiana	Costa et al. 2017
Bipolaris spp	Alcoólico	Ação antimicrobiana	Costa et al. 2017
Ácaro *Tetranychus evansi*	Alcoólico	Ação biocida	Duarte; Santo; Silva, 2021
Larvas de lepidópteros	Aquoso	Ação repelente	Araújo et al. 2018
Pulgões	Aquoso	Ação repelente	Araújo et al. 2018
C. gloeosporioides	Aquoso (com modificações)	Inibição do crescimento	Silva et al. 2012
F. oxysporum f. sp vasinfectum	Aquoso (com modificações)	Inibição do crescimento	Silva et al. 2012
P. oryzae	Aquoso (com modificações)	Inibição do crescimento	Silva et al. 2012

Staphylococcus aureus	Extrato puro	Inibição do crescimento	Milani et al. 2016
Escherichia coli	Extrato puro	Inibição do crescimento	Milani et al. 2016
Em todos os tratamentos foi utilizado o bulbo (dente) de alho, por ser a parte da planta que apresenta maior concentração de compostos bioativos relacionados à sua ação inseticida.			

Fonte: Autoria própria, 2025.

3.4 Preparo do Extrato Aquoso

Para a produção do extrato aquoso de alho (*Allium sativum* L.), os bulbos devem ser inicialmente higienizados com água corrente para remoção de impurezas superficiais. Em seguida, são triturados em liquidificador por aproximadamente cinco minutos, utilizando uma proporção de 60% (p/v), o que corresponde a 60 g de alho fresco para cada 100 mL de água destilada. Após a trituração, o material obtido deve ser submetido à filtração por gaze ou peneira fina, a fim de separar a fração líquida dos resíduos sólidos (Souza, 2010; Machado et al. 2019).

Com isso, destaca-se que, quando adequadamente preparado, o extrato de alho possui propriedades fungicidas, principalmente por ser rico em alicina, um composto sulfurado que auxilia no combate a doenças e no controle de pragas nas plantas. Nesse contexto, o extrato de alho apresenta-se como uma opção eficaz na agricultura, funcionando como um defensivo natural que combate pragas como lagartas, pulgões e cigarras, sem causar danos significativos aos insetos benéficos, ao meio ambiente ou à saúde humana, ou seja, o uso do extrato de alho se configura como uma estratégia sustentável e segura para o controle de pragas e doenças nas plantas (Silva et. al, 2024).

3.5 Preparo do Extrato Alcoólico

Para a preparação do extrato alcoólico de alho, a literatura apresenta diversas variações nas concentrações utilizadas. No entanto, estudos realizados para o controle da mosca-branca, uma das principais pragas agrícolas que acometem culturas como cajueiro, soja, algodão e tomate, indicam que a concentração de 50% (500g de alho para 1 litro de álcool) demonstrou maior eficácia, resultando em uma taxa de mortalidade aproximada de 79,5% dos insetos. O extrato é obtido a partir do bulbo de alho, o qual é triturado no liquidificador (50g) e, em seguida, adicionado ao líquido extrator (álcool 98%). A mistura permanece em maceração por sete dias, mantida ao abrigo da luz e em recipiente fechado.

Após esse período, o extrato é filtrado utilizando uma peneira e/ou uma dupla camada de algodão, obtendo-se assim a solução pronta para aplicação (Guedes, 2019).

4 CONCLUSÃO

O alho possui diversas propriedades que podem ser aproveitadas como biocidas, entre as quais se destacam a atividade inseticida e a ação antimicrobiana, atribuídas principalmente aos compostos organossulfurados, especialmente à alicina. Essas características proporcionam que o alho seja utilizado como uma estratégia eficiente no manejo integrado de pragas do caju. Dentre os diferentes extratos avaliados, destacam-se o aquoso e o alcoólico, ambos demonstrando eficácia no controle de insetos, ácaros, fungos e bactérias, em diferentes proporções. Nesse contexto, evidencia-se a necessidade de ampliar os estudos relacionados ao alho, levando em consideração que essa espécie vegetal se mostra promissora do ponto de vista biotecnológico, tanto para a agricultura, como alternativa no manejo de pragas do caju, quanto para a saúde humana, devido às suas reconhecidas propriedades antimicrobianas e inseticidas.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. A. S. G. O. et al. Levantamento de plantas fitossanitárias utilizadas no manejo de pragas agrícolas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 13, n. 4, 2018. Disponível em: https://periodicos.unb.br/index.php/rbagroecologia/article/view/50088. Acesso em: 1 jun. 2025.

BAZARALIYEVA, A. et al. Chemical and biological properties of bio-active compounds from garlic (Allium sativum). **Pharmacia**, v. 69, n. 4, p. 955-964, out. 2022. DOI 10.3897/pharmacia.93.e93604. Disponível em: https://doi.org/10.3897/pharmacia.93.e93604. Acesso em: 1 jul. 2026.

BRASIL. **Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira**. 2. ed. Brasília, DF: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2021.

CARVALHO, A. F. J. S. et al. **Produção de um biodefensivo a partir da extração da alicina e da piperina**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio) – ETEC Coronel Fernando Febeliano da Costa, Piracicaba, 2024.

COSTA, N. C. et al. Atividade antimicrobiana e análise fitoquímica preliminar do extrato vegetal de alho no controle de fungos fitopatogênicos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 1, p. 161-166, 2017. DOI 10.18378/rvads.v12i1.4406. Disponível em: https://doi.org/10.18378/rvads.v12i1.4406. Acesso em: 1 jul. 2026.

DAIANA, M.; BIANCHI, V. Extratos de cinamomo (Melia azedarach L.) e alho (Allium sativum L.) no controle de afídeos na cultura de couve (Brassica oleracea L.). **Salão do Conhecimento**, v. 6, n. 6, 2020. Disponível em: https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaoconhecimento/article/view/17803. Acesso em: 1 jul. 2026.

DUARTE, M. E.; SANTOS, M. D.; SILVA, E. S. Controle alternativo do ácaro-vermelho-do-tomateiro (Tetranychus evansi Baker e Pritchard, 1960) (Acari: Tetranychidae). **Revista Ciência Agrícola**, v. 19, n. 3, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.28998/rca.v19i3.11457. Acesso em: 1 jul. 2026.

EL-SAADONY, M. T. et al. Garlic bioactive substances and their therapeutic applications for improving human health: a comprehensive review. **Frontiers in Immunology**, [S. l.], v. 15, 2024. DOI 10.3389/fimmu.2024.1277074. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1277074. Acesso em: 1 jul. 2026.

FAVERO, Francine Cristina. **Programa Análise de Perigo e Ponto Crítico de Controle – APPCC na produção de pasta de alho puro**: estudo de caso. 2011. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Sagrado Coração, Bauru, 2011.

GRUNDLING, R. D. P.; GAZZOLA, R.; ARAÚJO, A. Mercado mundial do alho: tendências gerais e as implicações para o Brasil. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 59., 2021, Brasília, DF. **Anais**. Brasília, DF: SOBER, 2021.

GUEDES, Maria Eugênia Silva. **Efeito do extrato alcoólico de alho (Allium sativum) no controle de adultos da mosca-branca (Bemisia tabaci)**. 2019. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Centro Universitário de Goiás – Uni-Anhanguera, Goiânia, 2019. Disponível em: http://repositorio.anhanguera.edu.br:8080/jspui/handle/123456789/154. Acesso em: 1 jul. 2026.

MACHADO, Catiuce da Costa et al. Efeito do extrato aquoso de alho *Allium sativum* L. sobre a atividade antibacteriana de antibióticos utilizados contra *Staphylococcus aureus*. **Revista Arquivos Científicos (IMMES)**, v. 2, n. 2, p. 111-118, 2019. DOI: https://doi.org/10.5935/2595-4407/rac.immes.v2n2p111-118. Disponível em: https://arqcientificosimmes.emnuvens.com.br/abi/article/view/214. Acesso em: 2 jul. 2026.

MAGWENYA, T.; SVOTWA, E.; KATSARUWARE, R. D. Evaluating the efficacy of garlic (Allium sativum) as a bio-pesticide for controlling cotton aphid (Aphis gossypii). **Scientia Agriculturae**, v. 16, n. 2, p. 54-60, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.15192/PSCP.SA.2016.16.2.5460. Acesso em: 1 jul. 2026.

MILANI, H. L. A. et al. Avaliação da atividade antimicrobiana in vitro do alho (Allium sativum) in natura. **Acta Scientiae**, v. 1, n. 1, p. 47-58, 2016.

ORTIZ-ROJAS, L. Y.; CHAVES-BEDOYA, G. Composición fitoquímica del extracto de raíz de Ichthyothere terminalis de dos regiones geográficas diferentes de Colombia. **Revista Colombiana de Química**, v. 46, n. 3, p. 11-16, set. 2017. DOI 10.15446/rev.colomb.quim.v46n3.61865. Disponível em: https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v46n3.61865. Acesso em: 1 jul. 2026.

SANTOS, Paula Correia Medeiros dos. **Propriedades antioxidante, antimicrobiana e toxicidade do extrato da casca do alho (Allium sativum L.)**. 2022. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

SOLTAN, Hamdy R. A comprehensive review on garlic oil as an eco-friendly pesticide alternative. **Journal of Pest Control and Environmental Sciences**, v. 26, n. 1, p. 19-40, jan. 2026. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/399434773_A_comprehensive_review_on_garlic_oil_as_an_eco-friendly_pesticide_alternative. Acesso em: 2 jul. 2026.

SOUZA, Liane Santos Sales. **Extratos aquosos de alho (*Allium sativum* L.) e sisal (*Agave sisalana* Perrine) no controle de *Aspergillus niger* e da podridão vermelha do sisal**. 2010. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Almas, 2010.

SILVA, A. F. C. Pragas, patógenos e plantas na história dos sistemas agroecológicos. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 17, n. 1, 2022.

SILVA, J. L. et al. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o crescimento in vitro de fitopatógenos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 1, p. 19, 2012.

SILVA, V. G. et al. Utilização de extrato alcoólico de alho como pesticida natural. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 3, n. 3, 2024. DOI 10.61164/rmnm.v3i3.2116. Disponível em: https://doi.org/10.61164/rmnm.v3i3.2116. Acesso em: 1 jul. 2026.

PÁGINA 126. DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-10

ATIVIDADE INSETICIDA E REPELENTE NO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS: GÊNERO *CYMBOPOGON* (CITRONELA)

Ryan Francisco Castro de Lima
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/7781219017332449
Orcid: https://orcid.org/0009-0003-4096-0401

Gustavo da Penha de Paula
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/8594246920501085
Orcid: https://orcid.org/0009-0001-7412-9312

Paulo Henrique Pereira Lima
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: https://lattes.cnpq.br/1179555225089294 Orcid: https://orcid.org/0009-0002-5088-0109

João Pereira de Andrade Neto
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: https://lattes.cnpq.br/7944114938452092 Orcid: https://orcid.org/0009-0001-6560-1777

João Victor da Silva Oliveira
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/8355435812170857
Orcid:https://orcid.org/0009-0001-2109-8794

Luanne Eugênia Nunes
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/9146301553052343 Orcid: https://orcid.org/0000-0001-6524-0994

Talita Magalhães Rocha
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/7324074924302553
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-6076-7030

Francisco Cirineu das Chagas Neto
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/5309017267299484
Orcid: https://orcid.org/0009-0000-2161-2776

RESUMO

No âmbito do manejo fitossanitário sustentável, a citronela (gênero *Cymbopogon*) consolida-se como uma fonte botânica de grande relevância, destacando-se pelas suas notáveis propriedades inseticidas e repelentes. Este capítulo tem como objetivo descrever as características botânicas, o perfil fitoquímico e as atividades biológicas das principais espécies do gênero, com ênfase em *Cymbopogon nardus* e *Cymbopogon winterianus*. A fundamentação teórica baseou-se em uma revisão bibliográfica de publicações nacionais e internacionais indexadas entre 2015 e 2025. Os resultados evidenciam que o potencial de controle de pragas agrícolas e vetores de doenças está intrinsecamente ligado aos seus óleos essenciais, ricos em compostos bioativos como citronelal, geraniol e citronelol. Tais metabólitos conferem às plantas atividades repelentes, inseticidas, antimicrobianas e antifúngicas. Além do expressivo potencial agronômico, respaldado por sua elevada biodegradabilidade e baixa toxicidade, a citronela possui notável relevância econômica na cadeia produtiva de óleos essenciais e produtos afins. Conclui-se que o domínio das aplicações do gênero *Cymbopogon* representa uma ferramenta estratégica e ecologicamente segura, fortalecendo a transição para modelos de agricultura sustentável e controle botânico.

Palavras-chave:
Cymbopogon;
Óleos essenciais;
Controle botânico.

INSECTICIDE AND REPELLENT ACTIVITY IN INTEGRATED PEST MANAGEMENT: *CYMBOPOGON* (CITRONELLA)

ABSTRACT

Within the scope of sustainable phytosanitary management, citronella (genus *Cymbopogon*) stands out as a highly relevant botanical source, distinguished by its remarkable insecticidal and repellent properties. This chapter aims to describe the botanical characteristics, phytochemical profile, and biological activities of the main species of the genus, with an emphasis on *Cymbopogon nardus* and *Cymbopogon winterianus*. The theoretical foundation was based on a literature review of national and international publications indexed between 2015 and 2025. The results highlight that the potential for controlling agricultural pests and disease vectors is intrinsically linked to its essential oils, which are rich in bioactive compounds such as citronellal, geraniol, and citronellol. These metabolites confer repellent, insecticidal, antimicrobial, and antifungal activities to the plants. In addition to its significant agronomic potential, supported by its high biodegradability and low toxicity, citronella has
notable economic relevance in the production chain of essential oils and related products. It is concluded that mastering the applications of the genus *Cymbopogon* represents a strategic and ecologically safe tool, strengthening the transition toward sustainable agriculture and botanical control models.

Keywords:
Cymbopogon;
Óleos essenciais;
Controle botânico.

1 INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos, as espécies vegetais, os meios de cultivo e produção tornaram-se cada vez mais refinados e de larga escala. No entanto, junto a essas progressões, as pragas agrícolas evoluíram proporcionando danos significativos às lavouras e a qualidade dos produtos cultivados, impactando desde a produção até a distribuição (Silva, 2022).

A utilização de substâncias químicas e sintéticas com atividade inseticida, conhecidas como agrotóxicos, oferecem severos riscos ambientais e a saúde humana devido a contaminação do solo, da água e até do próprio produto que seria utilizado para a ingestão humana. Além disso, o consumo frequente e intensivo dessas substâncias químicas, cada vez mais no combate de insetos, resulta no surgimento de populações de mosquitos resistentes a esses produtos, o que altera o ciclo natural do ambiente, gerando efeitos adversos (Possel, 2019).

Nessa perspectiva, tendo em vista os problemas causados pelo uso excessivo e inadequado de agrotóxicos, uma alternativa para mitigar esses impactos é a utilização de produtos com ação inseticida e repelente derivados de plantas. A citronela (*Cymbopogon*) surge como uma alternativa devido seu potencial como repelente e inseticida e por apresentar menor toxicidade em comparação a agrotóxicos. Ademais, possuem diversos estudos que ressaltam sua eficácia no controle de insetos, evidenciando suas propriedades potenciais contra pragas que acometem o cajueiro (Lopes *et al.*, 2023). Logo, esse uso direcionado da citronela contribui para o controle desses insetos, minimizando os riscos ao ambiente e à saúde.

O capítulo teve como objetivo reunir informações, por meio de uma revisão bibliográfica, sobre a espécie *Cymbopogon*, abrangendo desde suas propriedades bioativas até suas características gerais, botânicas e fitoquímicas, a fim de descrever a atividade biocida desta espécie contra algumas pragas agrícolas. Além de ser uma alternativa sustentável aos pesticidas convencionais, a pesquisa ressalta seu valor econômico na indústria de óleos essenciais, repelentes e aromatizantes.

2 METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado por meio de uma revisão narrativa da literatura, de caráter descritivo e com abordagem qualitativa, visando sistematizar o conhecimento existente acerca das propriedades repelentes e inseticidas do extrato de citronela, especialmente no contexto do manejo de pragas do cajueiro, bem como explorar seus possíveis efeitos benéficos à saúde humana.

A condução da revisão procedeu em algumas etapas como formulação da questão de pesquisa, definição dos critérios de inclusão e exclusão, identificação das fontes de informação, avaliação crítica dos estudos selecionados, categorização dos dados e apresentação dos resultados. Desse modo, foram consideradas produções científicas publicadas entre 2015 e 2025, incluindo artigos, dissertações, teses e capítulos de livros, disponíveis nos idiomas português, espanhol e inglês, que abordassem diretamente a atividade biológica e terapêutica da citronela, assim como seu uso no controle de insetos.

Nessa perspectiva, as buscas foram realizadas na plataforma do Google Acadêmico, utilizando os seguintes descritores: "*Cymbopogon*", "Citronela", "atividades repelentes", "controle de pragas" e "saúde humana". Assim, como critérios de exclusão incluíram-se materiais com informações insuficientes, sem acesso completo, fora do recorte temporal ou que não apresentassem conexão direta com o tema investigado.Além disso, como critério de inclusão foram utilizados filtros para publicações realizadas entre os anos de 2015-2025, disponíveis nos idiomas português, espanhol e inglês, que estivessem em relação direta com a temática.

Em suma, a revisão narrativa, por empregar somente fontes secundárias de acesso público e não envolver participantes humanos, está isenta da necessidade de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa, conforme previsto na Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização Botânica da Citronela (*Cymbopogon*)

A citronela *(Cymbopogon)* é uma planta de utilização medicinal, originária da Ásia, que possui como principal característica folhas longas de coloração verde, além de ser considerada aromática e atingir cerca de 1,5m de altura (figura 1). Ademais, as folhas da

citronela podem ser consideradas uma fonte de diversos compostos químicos, incluindo Citronelal, Geraniol, Citronelol, Elemol, Geranil Acetato, Citronelil Acetato, D-limoneno, por exemplo (Scolari; Venquiaruto; Zanatta, 2017).

Por ser uma planta comum em regiões tropicais e temperadas, a citronela possui diversas espécies, destacando-se a citronela do Ceilão (*Cymbopogon nardus*) e a citronela de Java (*Cymbopogon winterianus*), ambas com óleos essenciais de aroma e indicações semelhantes, diferenciando-se pelo teor de citronelal, um dos seus principais compostos químicos. Além disso, independe da espécie para o seu desenvolvimento vigoroso e uma boa produção de óleo, a citronela exige luz solar plena, solo fértil e enriquecido com matéria orgânica, além de irrigação regular durante o crescimento, com moderada quantidade de água próximo à colheita para não alterar a composição do óleo essencial (Oliveira et al., 2015).

Figura 1. Amostra de *Cymbopogon* – citronela.



Fonte: Autoria própria, 2025.

3.2 Importância Econômica e Aplicações Industriais

A citronela é considerada como uma planta de vasta relevância econômica, pois além de ser classificada como bioinseticida é frequentemente empregada na manufatura de repelentes e de aromatizantes. Nessa perspectiva econômica, através do cultivo da planta e subsequente destilação de sua essência, obtém-se uma variedade de mercadorias, sobretudo aquelas destinadas a afastar insetos e combater infecções, o que agrega positivamente (Purnawan, 2024).

Além de sua relevância econômica, a citronela destaca-se também por suas propriedades medicinais, atribuídas a uma ampla variedade de atividades terapêuticas. Essa planta é amplamente utilizada na produção de extratos e óleos essenciais, especialmente por seu reconhecido potencial como inseticida natural. Desse modo, a eficácia nesse campo está relacionada, principalmente, à composição de seu óleo essencial, por possuir elevada quantidade de substâncias como o citronelal, geraniol e citronelol, constituintes químicos que são os principais responsáveis pela ação repelente e inseticida como mostra o quadro 1, tornando a citronela uma alternativa promissora e natural para o controle de pragas (Carneiro, 2015).

3.3 Composição Química e Principais Componentes Ativos

Quadro 1. Principais componentes químicos encontrados na Citronela.

Componente	Fórmula molecular	Atividade	Referência
Citronelal	$C_{10}H_{18}O$	Aromatizante, repelentes de insetos, além de ação antimicrobiana local e acaricida.	(Xavier, 2019)
Geraniol	$C_{10}H_{18}O$	Antimicrobiana, anti-inflamatória e também antioxidante.	(Sá et al., 2021)
Citronelol	$C_{10}H_{20}O$	Antimicrobiana, antioxidantes, e além disso possui propriedades calmantes.	(Souza; Pinheiro; Cruz, 2024)

Fonte: Autoria própria, 2025.

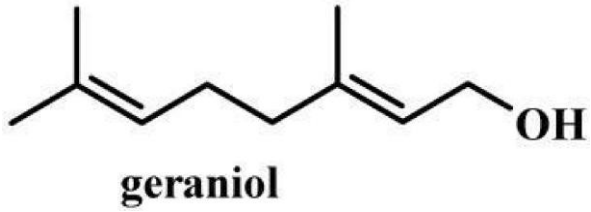
Nesse sentido, a citronela, por reunir em sua composição uma variedade de compostos bioativos, como o citronelal, citronelol e o geraniol, apresenta uma notável capacidade biocida. Essa combinação de substâncias confere ao óleo essencial propriedades antioxidantes, antifúngicas, antimicrobianas e, sobretudo, inseticida, sendo amplamente reconhecidas em estudos científicos (Garcia-Márquez et al., 2021).

Desta forma, graças a esses efeitos, a citronela tem se mostrado eficiente tanto no controle de pragas agrícolas ajudando a combater fungos e insetos que prejudicam as plantações quanto na prevenção de doenças transmitidas por vetores, como a dengue e outras endemias. Concomitantemente, além de sua eficácia comprovada, a citronela também se destaca por ser uma alternativa natural e ambientalmente segura, com baixo impacto ecológico e alta biodegradabilidade. Por reunir ação repelente e antimicrobiana em um único composto de origem vegetal, ela representa uma opção sustentável e promissora para o controle de vetores e microrganismos, conciliando eficiência biológica, segurança à saúde e respeito ao meio ambiente (Rastuti et al., 2024).

É possível perceber através dos principais componentes químicos encontrados que a citronela possui grande importância devido suas propriedades terapêuticas e funcionais (quadro 1). O citronelol, por exemplo, é um excelente aromatizante ambiental e repelente de insetos, além de possuir ação antimicrobiana local e acaricida. Já os monoterpenos, como citronelal e geraniol, têm uma função na defesa química da planta, protegendo-a contra insetos predadores (Souza; Pinheiro; Cruz, 2024).

O geraniol, um dos principais compostos presentes na citronela, destaca-se principalmente pela maior possibilidade de extração dos óleos essenciais. Desse modo, é válido destacar que esse monoterpeno apresenta como um repelente natural de insetos, além de inúmeras outras atividades biológicas, entre as quais se destacam suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas. Assim, sua ação antimicrobiana está relacionada à capacidade de penetrar nas células dos microrganismos, onde interfere em estruturas intracelulares essenciais, comprometendo sua sobrevivência e inibindo seu crescimento (Mączka; Wińska; Grabarczyk, 2020).

Figura 2. Molécula do Geraniol



Fonte: Autoria própria, 2025.

3.4 Processos de Obtenção e Aplicações Práticas

3.4.1 Extração do Óleo Essencial

Para a extração de óleos essenciais pode ser realizado vários métodos, porém a destilação por arraste a vapor, é a mais ideal para obtenção do óleo de citronela. Esse método consiste no contato direto da matéria-prima vegetal com a água em ebulição, promovendo a liberação dos compostos voláteis presentes. Assim, para a obtenção desse óleo, é necessário que folhas frescas recém-coletadas sejam acondicionadas em um balão de fundo redondo de , conectado a um aparelho do tipo Clevenger acoplado a um condensador, na qual o balão deve ser preenchido até a metade com água destilada e, sobre o tubo graduado do Clevenger. Por conseguinte, o sistema deve ser submetido à destilação por cerca de 2 horas, utilizando-se manta térmica, e por fim, a solução a ser obtida pode ser coletada para posterior análise e utilização (Oliveira, 2021). Uma vez extraídos, tanto o óleo essencial quanto o hidrolato (a fase aquosa resultante do processo) podem ser utilizados na forma de pulverização, sendo borrifados diretamente sobre a copa do cajueiro. No entanto, apesar de sua eficácia, essa forma de aplicação ainda é pouco utilizada no campo. Essa limitação deve-se, principalmente, à complexidade técnica, à necessidade de equipamentos específicos e aos custos elevados envolvidos no processo de extração em larga escala, o que acaba restringindo a sua adoção prática e comercial pelos produtores.

4 CONCLUSÃO

A citronela (*Cymbopogon* spp.) apresenta-se como uma alternativa viável e sustentável ao uso de pesticidas sintéticos no manejo integrado de pragas do cajueiro, destacando-se por suas propriedades repelentes e inseticidas. Seus principais constituintes químicos citronelal, geraniol e citronelol demonstram significativa eficácia na proteção contra insetos, além de apresentarem baixa toxicidade ambiental e humana.

Além do potencial biocida, a citronela possui importância econômica e farmacêutica expressiva, sendo amplamente utilizada na formulação de produtos naturais como repelentes e aromatizantes, que aliam eficiência e sustentabilidade. Sua utilização contribui para a redução do uso de substâncias químicas nocivas, favorecendo práticas agrícolas mais seguras e ecologicamente corretas.

REFERÊNCIAS

CARNEIRO, W. V. **Óleo essencial de citronela**: avaliação do seu potencial como repelente veiculado em uma loção cremosa. 2015. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

GARCÍA-MÁRQUEZ, J. et al. Antimicrobial and toxic activity of citronella essential oil (Cymbopogon nardus), and its effect on the growth and metabolism of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). **Fishes**, v. 6, n. 4, p. 61, 2021. DOI 10.3390/fishes6040061. Disponível em: https://doi.org/10.3390/fishes6040061. Acesso em: 3 nov. 2025.

LOPES, S. Z. B. et al. Influência do óleo essencial de citronela na repelência e mortalidade de Sitophilus zeamais. **Scientific Electronic Archives**, v. 16, n. 4, 2023. DOI 10.36560/16420231692. Disponível em: https://doi.org/10.36560/16420231692. Acesso em: 1 jul. 2026.

MĄCZKA, W.; WIŃSKA, K.; GRABARCZYK, M. One hundred faces of geraniol. **Molecules**, v. 25, n. 14, p. 3303, jul. 2020. DOI 10.3390/molecules25143303. Disponível em: https://doi.org/10.3390/molecules25143303. Acesso em: 1 jul. 2026.

MOKKIE. **Citronella (Cymbopogon nardus) 1.jpg**. Wikimedia Commons, 6 set. 2014. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Citronella_(Cymbopogon_nardus)_1.jpg. Acesso em: 01/07/2026.

OLIVEIRA, E. et al. **Caracterização físico-química e potencial repelente de óleo essencial de citronela (Cymbopogon nardus (L.) Rendle) e de botões florais de cravo-da-índia (Syzygium aromaticum (L.) Merr & Perry)**. 2015. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Química) – Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2015.

OLIVEIRA, M. C. A. **Extração e caracterização dos constituintes voláteis do óleo essencial do capim-citronela (Cymbopogon sp) da cidade de Araguaína por arraste a vapor e GC/MS**. 2021. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2021.

POSSEL, R. D. **Atividade inseticida e repelente de plantas do cerrado no controle alternativo do mosquito Aedes aegypti**. 2019. 113 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Gurupi, 2019.

PURNAWAN, P. Repellency of citronella essential oil in controlling pests in plants. **Eduvest - Journal of Universal Studies**, v. 4, n. 9, p. 8317-8330, set. 2024. DOI 10.59188/eduvest.v4i9.1752. Disponível em: https://doi.org/10.59188/eduvest.v4i9.1752. Acesso em: 1 jul. 2026.

RASTUTI, U. et al. Antibacterial test of the essential oil fractions of citronella (Cymbopogon nardus L.) against Escherichia coli and application as hand sanitizer formulation. **Molekul**, v. 19, n. 2, 2024. DOI 10.20884/1.jm.2024.19.2.9773. Disponível em: https://doi.org/10.20884/1.jm.2024.19.2.9773. Acesso em: 3 nov. 2025.

SÁ, R. E. et al. Geraniol, um componente dos óleos essenciais de plantas: um mapeamento científico de suas propriedades farmacológicas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, 2021. DOI 10.33448/rsd-v10i12.20805. Disponível em: https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20805. Acesso em: 1 jul. 2026.

SCOLARI, H. A.; VENQUIARUTO, L. D.; ZANATTA, R. C. Saberes populares fazendo saberes escolares: um estudo sobre a citronela. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE

EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 4., 2017, Santo Ângelo, RS. **Anais**. Santo Ângelo, RS: Universidade Regional Integrada, 2017. Disponível em: https://san.uri.br/sites/anais/ciecitec/2017/resumos/comunicacao/trabalho_2602.pdf. Acesso em: 1 jul. 2026.

SILVA, A. F. C. Pragas, patógenos e plantas na história dos sistemas agroecológicos. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 17, n. 1, 2022.

SOUZA, I. C. P.; PINHEIRO, R. C. C.; CRUZ, J. N. Atividade antimicrobiana do óleo essencial de Cymbopogon nardus (citronela): uma revisão da literatura. **Revista Ft**, v. 29, n. 140, p. 21-22, nov. 2024. DOI 10.69849/revistaft/ra10202411300621. Disponível em: https://doi.org/10.69849/revistaft/ra10202411300621. Acesso em: 1 jul. 2026.

XAVIER, W. P. **Produção de biopesticidas para o controle ecológico de pragas agrícolas em hortas orgânicas**. 2019. 6 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Instituto de Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, CE, 2019.

PÁGINA 136. DOI: 10.47242/978-65-82825-12-5-11

ATIVIDADE INSETICIDA E EFEITO REPELENTE DA MAMONA *(RICINUS COMMUNIS* L.): UMA ALTERNATIVA VEGETAL PARA O CONTROLE SUSTENTÁVEL DE PRAGAS AGRÍCOLAS

Gustavo da Penha de Paula
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/8594246920501085
Orcid: https://orcid.org/0009-0001-7412-9312

Ryan Francisco Castro de Lima
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/7781219017332449
Orcid: https://orcid.org/0009-0003-4096-0401

Paulo Henrique Pereira Lima
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: https://lattes.cnpq.br/1179555225089294 Orcid: https://orcid.org/0009-0002-5088-0109

João Pereira de Andrade Neto
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: https://lattes.cnpq.br/7944114938452092 Orcid: https://orcid.org/0009-0001-6560-1777

João Victor da Silva Oliveira
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/8355435812170857
Orcid:https://orcid.org/0009-0001-2109-8794

Luanne Eugênia Nunes
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/9146301553052343 Orcid: https://orcid.org/0000-0001-6524-0994

Talita Magalhães Rocha
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/7324074924302553
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-6076-7030

Francisco Cirineu das Chagas Neto
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Instituto de Ciências da Saúde, redenção - Ceará.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/5309017267299484
Orcid: https://orcid.org/0009-0000-2161-2776

RESUMO

Originária da Etiópia, *Ricinus communis* é amplamente cultivada nas regiões tropicais e subtropicais devido à sua adaptabilidade e ao alto teor de óleo em suas sementes, rica em ácido ricinoleico, com aplicações que vão desde a indústria cosmética e farmacêutica até a produção de biodiesel e biopolímeros. A planta contém uma diversidade de metabólitos secundários, como alcaloides (ricinina), flavonoides quercetina, rutina, taninos e ácidos fenólicos, distribuídos em folhas, sementes, raízes e caules, conferindo atividades inseticida, antifúngica, antibacteriana e antioxidante. Apesar do valor terapêutico desses compostos, a presença da ricina, uma toxina altamente letal, exige rigorosos protocolos de extração e controle toxicológico, especialmente em produtos derivados de sementes. O capítulo discute métodos de obtenção de extratos aquosos e alcoólicos, bem como técnicas de extração do óleo, enfatizando a importância da escolha do solvente e da parte da planta utilizada para maximizar a eficácia e segurança dos bioativos. Evidencia-se o potencial da mamona como fonte de biocidas , alinhados aos princípios do manejo integrado de pragas e da agricultura sustentável. Conclui-se que, com padronização adequada e base científica sólida, *R. communis* representa uma alternativa viável e ecológica à substituição de pesticidas sintéticos, desde que seu uso considere os riscos toxicológicos associados.

Palavras-chave:

Ricinus communis;

Mamona;

Atividade inseticida.

INSECTICIDAL ACTIVITY AND REPELLENT EFFECT OF CASTOR BEAN (*RICINUS COMMUNIS* L.): A PLANT-BASED ALTERNATIVE FOR SUSTAINABLE AGRICULTURAL PEST CONTROL

ABSTRACT

Native to Ethiopia, *Ricinus communis* is widely cultivated in tropical and subtropical regions due to its adaptability and the high oil content of its seeds, which are rich in ricinoleic acid. This oil has diverse applications, ranging from the cosmetic and pharmaceutical industries to
biodiesel and biopolymer production. The plant contains a wide array of secondary metabolites, including alkaloids (ricinine), flavonoids, quercetin and rutin, tannins, and phenolic acids, distributed across its leaves, seeds, roots, and stems, conferring insecticidal, antifungal, antibacterial, and antioxidant activities. Despite the therapeutic value of these compounds, the presence of ricin, a highly lethal toxin, necessitates stringent extraction protocols and toxicological controls, particularly in seed-derived products. This chapter discusses methods for obtaining aqueous and alcoholic extracts, as well as oil extraction techniques, emphasizing the importance of solvent selection and plant part used to maximize the efficacy and safety of bioactive compounds. The potential of castor bean as a source of biopesticides aligned with integrated pest management and sustainable agriculture principles is clearly demonstrated. It is concluded that, with appropriate standardization and a solid scientific foundation, *R. communis* represents a viable and eco-friendly alternative to synthetic pesticides, provided its use accounts for associated toxicological risks.

Keywords:

Ricinus communis;

Castor bean;

Insecticidal activity.

1 INTRODUÇÃO

A espécie vegetal *Ricinus communis*, popularmente conhecida como mamona, carrapateira, baforeira ou baga é uma dicotiledônea pertencente à família Euphorbiaceae. Embora frequentemente referida como uma única espécie, apresenta grande variabilidade morfológica e adaptativa, com inúmeras cultivares distribuídas por diversas regiões do mundo (Neves et al., 2014). Além de seu reconhecido valor econômico, a planta tem sido amplamente estudada por seus múltiplos efeitos biológicos, como inseticida e pesticida vegetal (Leyva, 2021).

Os frutos de *Ricinus communis* são do tipo cápsula deiscente espinhosa, apresentam no seu interior sementes uma variedade de tamanhos e cores, além de uma grande quantidade de óleo, com teor estimado entre 30 a 50%, sendo o padrão mais aceito para comercialização o de 45%, como o conhecido óleo de rícino (Neves et al., 2014). Dentre a composição das sementes, a ricinina, um alcaloide citotóxico e a ricina uma albumina fitotóxica são os fitocompostos com maiores atividades (De la Cruz-Leytón et al., 2023).

O óleo da mamona se destaca pela versatilidade e sua atividade biocida relevante, sendo a atividade antifúngica e antibacteriana as de maiores destaques com potencial biocida para microrganismo potencialmente patogênico para humanos como *Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, Salmonella typhimurium, Proteus vulgaris, Bacillus subtilis, Candida albicans, Streptococcus pyogenes, Klebsiella pneumoniae e Aspergillus niger.* Esse potencial se deve em parte à presença de triglicerídeos ricos em ácidos ricinoléico encontrados no óleo da mamona (Naranjo et al., 2015). Os ativos encontrados na planta são aplicados em diversos estudos a atividades médicas, farmacêuticas, cosméticas e em produção de biodiesel, sendo possível ainda a aplicação em polímeros para a elaboração de próteses e implantes que podem substituir os silicones (Messetti et al., 2010).

Dessa forma, compreende-se que a mamona desempenha um papel relevante no desenvolvimento de novas formulações com potencial biocida, capazes de atuar contra diferentes classes de microrganismos, ao mesmo tempo em que apresentam baixa toxicidade para os vegetais, configurando-se como uma alternativa promissora para aplicações agrícolas e ambientais (Messetti et al., 2010).

2 METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como uma revisão bibliográfica narrativa, de natureza descritiva e exploratória, cujo objetivo central é investigar e discutir as propriedades inseticidas da espécie vegetal *Ricinus communis* (mamona). Para a construção do estudo, realizou-se uma busca de produções científicas na base de dados *Google Scholar*, considerando como critérios de inclusão: publicações em português e inglês, no período compreendido entre 2015 e 2025, disponibilizadas na íntegra e que apresentassem relação direta com a temática investigada. Como critérios de exclusão, descartaram-se os estudos fora do recorte temporal delimitado e aqueles com acesso restrito ou incompletos.

A estratégia de busca foi conduzida a partir da utilização de operadores booleanos e palavras-chave específicas, como: *"Extratos Naturais"*, *"Ricinus communis"*, *"Inseticidas"* e *"Pragas"*. Essa combinação permitiu refinar os resultados e garantir maior relevância ao conjunto selecionado. Foram contemplados na análise artigos científicos, dissertações, teses, trabalhos de conclusão de curso (TCC), capítulos de livros e documentos oficiais, de modo a proporcionar uma visão ampla e atualizada sobre o tema. Além disso, buscou-se priorizar estudos com abordagem experimental ou revisão sistemática, a fim de fortalecer a consistência e a confiabilidade dos achados.

Por fim, por se tratar de uma revisão narrativa, que utiliza como fonte de dados trabalhos preexistentes e acessíveis à população, a necessidade de apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa é dispensada, conforme estabelecido pela Resolução nº 466 do Conselho Nacional de Saúde, de 12 de dezembro de 2012.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Origem e características botânicas de *Ricinus communis*

A mamona é uma espécie arbustiva originária da Etiópia, no entanto, atualmente é cultivada em praticamente toda a faixa tropical e subtropical do planeta, devido à sua notável capacidade de adaptação. Esse potencial possibilita à planta resistir tanto a períodos prolongados de seca quanto a variações climáticas, o que favorece sua ampla disseminação.

Botanicamente, *Ricinus communis* atinge, em média, 2,5 metros de altura. Suas folhas são grandes, com tonalidade que varia do verde ao avermelhado, medindo entre 15 e 30 cm

de largura e apresentando formato estrelado, geralmente com oito lobos bem definidos (Figura 1). Os frutos são cápsulas espinhosas, com diâmetro de 1,27 a 2,54cm, que inicialmente apresentam coloração amarela e, à medida que amadurecem, adquirem tons acastanhados. Cada cápsula contém três lóculos, nos quais se desenvolvem as sementes tóxicas, de aparência semelhante a carrapatos (Fonseca, 2014).

A mamona destaca-se principalmente pelo seu caráter oleaginoso, uma vez que o óleo pode ser extraído de várias partes da planta, embora esteja concentrado, em maior proporção, nas sementes. Mundialmente, esta espécie apresenta grande relevância econômica devido a versatilidade de seu óleo, empregado como matéria-prima para diversas aplicações, como na produção de biodiesel e fabricação de tintas, além disso, vem ganhando visibilidade como estratégia para o manejo integrado de pragas (Oliveira et al. 2021; López-Guillèn, G., Gómez-Ruiz, J., Barrera J. F., 2020). Essas atividades são oriundas da riqueza da espécie em metabólitos secundários. Os quais serão apresentados a seguir.

Figura 1. Folhas e frutos de *Ricinus communis*



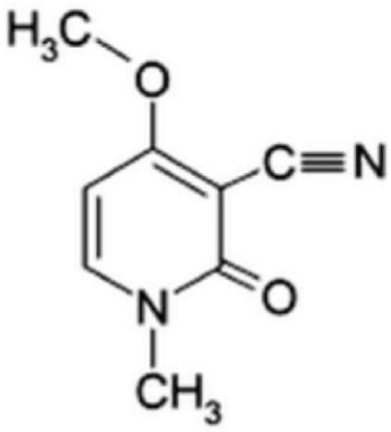
Fonte: Marc Ryckaert , 2007.

3.2 Aspectos fitoquímicos de *Ricinus communis*

Ricinus communis possui diferentes constituintes bioativos em suas diversas partes anatômicas, folhas, sementes, raízes, caules e flores (Quadro 1). As folhas contêm metabólitos secundários importantes, como taninos, saponinas, alcaloides e flavonoides, incluindo compostos como ácido gálico, ácido elágico, quercetina, rutina e epicatequina, conhecidos por suas atividades antioxidante, antimicrobiana e anti-inflamatória (Ramothloa, et al. 2025).

As sementes de *R. communis* possuem um perfil químico estável e complexo, contendo alcaloides como ricinina, flavonoides, saponinas, ácidos fenólicos e a toxina altamente letal ricina. Essa dualidade, compostos com propriedades farmacológicas e tóxicas, torna as sementes um foco de interesse em pesquisas médicas e toxicológicas. As raízes da planta também apresentam compostos de relevância terapêutica, como o lupeol (com propriedades anti-inflamatórias e anticancerígenas) e o ácido indol-3-acético, que contribui para a biossíntese de metabólitos secundários (Ramothloa et al. 2025).

Figura 2. Estrutura molecular do alcalóide ricina



Fonte: Autoria própria, 2025.

Embora menos estudados, os caules e flores da planta também possuem compostos com potencial farmacológico. Os caules contêm taninos, β-cariofileno, com ação anti-inflamatória, e ricinina, todos envolvidos na defesa da planta. As flores, por sua vez, apresentam flavonoides como a rutina, com propriedades antioxidantes e protetoras vasculares. Em conjunto, esses dados revelam que todas as partes de *R. communis* contribuem

para seu valor medicinal e merecem investigação contínua devido ao seu potencial terapêutico e toxicológico.

Quadro 1. Principais metabólitos de *Ricinus communis*

Metabólito	**Classe principal; Subclasse, Grupo específico**	**Fórmula molecular**	**Parte da planta**	**Atividade**	**Referência**
Ricina	Proteína Toxalbumina, Lectina	*	Sementes	Altamente tóxica, inibição da síntese proteica celular	Almeida, Valente; Borges, 2011
Ricinina	Alcaloide Derivado de Piridina	$C_8H_8N_2O_2$	folhas sementes caules	Inseticida, toxicidade moderada, precursor de compostos	Beltrão et al., 2007
Quercetina	Polifenol Flavonoide Flavonol	$C_{15}H_{10}O_7$	Folhas	Antioxidante, anti-inflamatória proteção cardiovascular	Kumar, Sharma; Rawal, 2021
Ácido Gálico	Polifenol Ácido Fenólico	$C_7H_6O_5$	Folhas	Antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatório	Kumar, Sharma; Rawal, 2021
Rutina	Polifenol Flavonoide Glicosídeo de Flavonol	$C_{27}H_{30}O_{16}$	Folhas caules	Antioxidante, protetora vascular, anti-inflamatória	Ordonez et al., 2024

*Devido à complexidade de sua estrutura molecular formada por 2 cadeia de polímeros, não é possível representá-la em uma fórmula molecular simples.

Fonte: Autoria própria, 2025.

3.3 Farmacologia e toxicologia de *Ricinus communis*

A mamona é amplamente utilizada em processos industriais. No entanto, essa espécie também possui propriedades medicinais relevantes. Farmacologicamente, são atribuídas à mamona diversas ações terapêuticas, como efeito vermífugo, purgativo, cicatrizante, emoliente, catártico, anticancerígeno, analgésico, antiespasmódico, anti-histamínico, antiemético, antidiarreico, além de auxiliar no controle de distúrbios eletrolíticos (Gusmão; Carreira, 2023).

Estudos mostram que as aplicações da mamona nos campos da farmácia e da medicina são limitadas, principalmente devido à presença da ricina em seu óleo. A ricina é uma proteína altamente tóxica pertencente ao grupo das glicoproteínas inativadoras de ribossomos (RIPs), capazes de interromper a síntese proteica nas células, levando-as à morte. Essa substância é extremamente letal mesmo em pequenas quantidades, possuindo DL50 por via oral de 20 mg/Kg (Poli et al., 2008).

A intoxicação por ricina geralmente ocorre de forma acidental, por ingestão das sementes, e pode provocar sintomas graves como náuseas, vômitos, diarreia severa, dor abdominal, desidratação, falência orgânica múltipla e, em casos mais extremos, a morte. A gravidade do quadro depende da dose ingerida, da via de exposição (oral, inalatória ou injetável) e da resposta individual do organismo (Gusmão; Carreira, 2023).

Através dessas propriedades, estudos vêm sendo conduzidos para o aproveitamento da mamona como um inseticida capaz de atuar contra pragas agrícolas de forma eficaz. Essa atividade bioativa representa uma alternativa promissora ao controle químico convencional, contribuindo para a redução do uso de pesticidas sintéticos e promovendo maior segurança toxicológica para seres humanos, animais e ecossistemas (Halfeld et al, 2016). Nesse contexto, a escolha da técnica de extração torna-se um fator determinante, pois influencia diretamente no perfil e na concentração dos compostos bioativos obtidos. A seguir, são apresentadas as principais técnicas empregadas na extração e produção de extratos de mamona, destacando suas vantagens, limitações e impactos na atividade biológica dos compostos isolados.

3.4 Processos de Extração e Produção de Extratos de *Ricinus communis*

Os derivados da mamona apresentam compostos químicos como terpenoides, flavonoides, alcaloides, fenóis, taninos, esteroides, saponinas, antraquinonas, entre outros, os quais conferem aos extratos e óleos da planta efeitos bactericidas, fungicidas e inseticidas

(Abomughaid et al., 2024; Ajiboye et al., 2021). Esses compostos podem ser extraídos de diferentes partes da mamona, incluindo folhas, raízes, sementes, frutos e casca. No entanto, estudos evidenciam que a concentração dessas substâncias varia de acordo com a parte da planta utilizada para a extração. Além disso, fatores como a espécie cultivada e as condições de cultivo podem influenciar significativamente na composição e concentração dos metabólitos presentes (Doshi et al., 2013; Ribeiro et al., 2016).

Ademais, os métodos de extração impactam diretamente na eficiência da extração dos compostos bioativos da mamona. Segundo estudos, os compostos bioativos apresentaram maior eficiência em extratos alcoólicos quando comparados com os extratos aquosos devido à característica de polaridade dos metabólitos secundários encontrados na espécie. Parte dos compostos presentes na mamona são lipofílicos; o solvente alcoólico por possuir caráter mais lipofílico do que a água atua extraindo tanto compostos polares quanto apolares presentes no extrato de mamona (Obom; Fadare; Adesina, 2018).

3.5 Produção do Extrato Aquoso de *Ricinus communis*

O processo de extração do extrato aquoso de *Ricinus communis* pode ser realizado utilizando diferentes partes da planta, como folhas, sementes e cascas das sementes. As folhas são coletadas, secas em estufa por cerca de 72 horas e trituradas até obter-se um pó com granulometria semelhante à do café. As sementes e suas cascas também são separadas manualmente e submetidas à trituração para posterior uso na extração (Santana et al., 2024). Essas partes vegetais contêm compostos bioativos, especialmente flavonoides, responsáveis por diversas atividades biológicas.

Os métodos de extração variam conforme o objetivo do estudo. Upasani et al. (2003) obtiveram extrato aquoso de folhas secas por meio de aquecimento em banho-maria a 95 °C, seguido de hidrólise ácida com HCl 2 M para liberar flavonoides glicosilados. Já Santana et al. (2024) utilizaram etanol a 92,8° INPM como solvente principal, mas destacaram também a eficácia de extratos aquosos, especialmente das folhas. As proporções empregadas incluem 25 g de material vegetal seco para 100 mL de solvente (razão 1:4, ou 25% m/v), resultando em uma solução estoque que é posteriormente diluída para aplicação (Santana et al., 2024). Upasani et al. (2003), utilizaram 100 g de folhas em pó com 1000 mL de água (razão 1:10), evidenciando variações metodológicas conforme o foco da pesquisa.

Esses extratos aquosos de *Ricinus communis* demonstram propriedades inseticidas significativas. Upasani et al. (2003) identificaram os flavonoides quercetina e kaempferol

como principais compostos responsáveis pela atividade inseticida, ovicida e deterrente à oviposição contra *Callosobruchus chinensis*, praga de grãos armazenados. Paralelamente, Santana et al. (2024) relataram que extratos aquosos das folhas de mamona apresentaram eficácia no controle de pragas do feijão-caupi, como *Aphis craccivora, Bemisia tabaci*, *Diabrotica speciosa*, *Spodoptera eridania* e *Nezara viridula*. Assim, os extratos aquosos de

R. communis, obtidos de forma simples e com baixo custo, configuram-se como alternativas promissoras e sustentáveis no manejo de insetos em diferentes contextos agrícolas.

3.6 Produção do Extrato Alcoólico de *Ricinus communis*

A produção do extrato alcoólico da mamona pode ser realizada usando como solventes o metanol ou etanol. No entanto, estudos evidenciam que o extrato metanólico tem maior eficiência para extração dos compostos bioativos da planta além de apresentar maior eficiência no combate de bactérias gram positivas e gram negativas e uma maior atividade antifúngica (Naz; Bano, 2012).

Diferentes partes de *Ricinus communis* podem ser usadas para extração alcoólica, com destaque para as folhas, que são frequentemente empregadas devido à sua riqueza em compostos bioativos, como flavonoides e polifenóis. No estudo de El Haddad et al. (2022), as folhas foram coletadas, lavadas, secas à sombra por três semanas e posteriormente trituradas até a obtenção de um pó fino. Esse material vegetal foi submetido à extração por maceração em etanol, sob agitação magnética, durante 24 a 72 horas, seguida de filtração e evaporação do solvente em rotaevaporador a 40 °C. O uso de folhas secas como matéria-prima é comum em protocolos de extração etanólica, pois favorece a estabilidade dos compostos e facilita o manuseio.

O método de extração empregado com etanol foi a maceração, técnica simples e acessível, especialmente em contextos de agricultura familiar ou manejo agroecológico. El Haddad et al. (2022) utilizaram a proporção de 20 g de folhas em pó para volume suficiente de etanol com renovação do solvente entre extrações sucessivas. Embora o rendimento do extrato etanólico tenha sido inferior ao do extrato aquoso (17,7 ± 0,34%), ele ainda apresentou atividade biológica relevante. Já em pesquisa realizada por Upasani et al. (2003) o extrato metanólico de folhas também demonstrou 100% de mortalidade contra *Callosobruchus chinensis* após 9 horas, utilizando a mesma proporção de 100 g de material

vegetal para 1000 mL de solvente (1:10, 10% p/v). Apesar de metanol e etanol serem solventes distintos, ambos são álcoois polares e frequentemente intercambiáveis em protocolos fitoquímicos preliminares, especialmente quando o objetivo é a extração de fenóis e flavonoides.

Esses extratos alcoólicos de *Ricinus communis* demonstram propriedades inseticidas significativas. El Haddad et al. (2022) observaram que o extrato etanólico foi o menos eficaz entre os testados contra *Macrosiphum rosae,* com mortalidade de apenas 53,33 ± 6,69% após 48 horas na concentração mais alta (10 mg/mL), e LC_{50} de 9,72 mg/mL. Contudo, ainda assim superou o controle negativo e mostrou ação dose-dependente.

3.7 Processos de Extração do Óleo de *Ricinus communis*

A extração do óleo de *Ricinus communis* pode envolver uma série de processos, desde técnicas como prensagem a extração sólido-líquido, em alguns casos sendo utilizadas as duas técnicas combinadas para maior eficiência na extração do óleo das sementes. Na extração mecânica, o óleo é obtido por meio de pressão, utilizando diferentes tipos de prensas. Quando se emprega a prensa de parafuso, as sementes podem ser previamente aquecidas entre 40 e 50 °C, a fim de reduzir a viscosidade do óleo e, assim, facilitar sua extração.

Outro equipamento empregado são os expulsores de óleo, que apresentam eficiência relativamente baixa, com rendimentos variando entre 8 e 14%. Nesses casos, parte significativa do óleo permanece retida no chamado bolo desengordurado, problema que se agrava devido à elevada viscosidade característica do óleo de mamona. Para minimizar essa limitação, utilizam-se expulsores de compressão em dois estágios, que aumentam a eficiência do processo (Osório-gonzales, 2020).

Embora o óleo de mamona tenha diversas aplicações benéficas, ele contém ricina, uma proteína altamente tóxica presente principalmente nas sementes. A ricina pode ser tóxica se ingerida ou inalada, mas o processo de extração do óleo geralmente remove a maior parte dessa substância, já que sua presença acelera a deterioração do produto (Fonseca; Soto-Blanco, 2014).

Desta maneira métodos para quantificar e separar este compostos são aplicados a fim de evitar a toxicidade da ricina. Métodos analíticos como ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay), cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) e espectrometria de massas são empregados para detectar e quantificar traços da proteína ricina em amostras processadas. Desta forma a concentração de ricina varia significativamente entre as diferentes

partes da planta, sendo as sementes a principal fonte, contendo entre 1% e 5% de ricina em peso, enquanto folhas, caules e raízes apresentam concentrações muito menores ou traços indetectáveis Por esse motivo, apenas o óleo extraído das sementes, após tratamento adequado, é amplamente utilizado, enquanto as demais partes da planta têm aplicação mais limitada ou são descartadas para evitar riscos toxicológicos (Ostapchuk et al., 2018). A toxicidade da mamoneira (*Ricinus communis*), tradicionalmente associada à ricina presente nas sementes, pode ser estrategicamente direcionada para fins fitossanitários quando combinada com o perfil químico diversificado de outras partes da planta. Embora a ricina exija controle rigoroso, especialmente em produtos destinados ao uso agrícola, extratos aquosos e etanólicos de folhas, caules e até de sementes processadas revelam uma rica composição de metabólitos secundários, como alcaloides, flavonoides, taninos e, principalmente, o ácido ricinoleico, com comprovada atividade inseticida, antifúngica e repelente (Omari; Mgani; Mubofu, 2021). Métodos de extração adequados, aliados a técnicas analíticas como ELISA, CLAE e espectrometria de massas, permitem monitorar e minimizar os riscos toxicológicos, garantindo a segurança dos formulados. Nesse contexto, tanto o óleo refinado quanto os extratos hidrossolúveis ou etanólicos emergem como matrizes promissoras para o desenvolvimento de biopesticidas multifuncionais, capazes de atuar contra uma ampla gama de pragas e patógenos agrícolas, contribuindo efetivamente para a redução do uso de agrotóxicos sintéticos e para a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis.

4 CONCLUSÃO

Evidencia-se que a mamona *(Ricinus Communis L.)* constitui uma espécie de grande relevância botânica, econômica e biotecnológica, em razão de sua ampla composição fitoquímica complexa, que propicia através de seus extratos e óleos propriedades biocidas relevantes. Dessa forma, suas especificidades permitem que essa espécie vegetal seja utilizada como um método eficaz para o controle de insetos de forma integrada.

Destaca-se a presença de compostos como a ricina, a qual exige cautela na manipulação e na aplicação dos derivados da planta, ressaltando a necessidade de estudos toxicológicos aprofundados e da padronização dos processos de extração e purificação.

Assim, a mamona *(Ricinus Communis L.)* configura-se como uma alternativa promissora à substituição de insumos sintéticos, desde que seu uso esteja respaldado por critérios técnicos rigorosos e por bases científicas consolidadas.

REFERÊNCIAS

ABOMUGHAID, M. M. et al. *Phytochemical and pharmacological review of Ricinus communis*. **SN Applied Sciences**, v. 6, n. 438, p. 1-14, 2024. DOI 10.1007/s42452-024-05964-5. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s42452-024-05964-5. Acesso em: 1 jul. 2026.
AJIBOYE, B. O. et al. Antibacterial activities and phytochemical screening of *Ricinus communis*. **Nigerian Journal of Scientific Research**, Zaria, v. 19, n. 1, p. 77-85, 2021.

ALMEIDA, P. B.; VALENTE, V. M. M.; BORGES, M. H. Toxicidade da ricina presente nas sementes de mamona. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1569-1576, out./dez. 2011.

BELTRÃO, N. E. de M. et al. **Detoxicação e aplicações da torta de mamona**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007.

DE LA CRUZ-LEYTÓN, C. et al. Efecto biocida del extracto de semillas de higuerilla (*Ricinus communis*) en Ulomoides dermestoides. **Biotempo**, v. 20, n. 2, p. 197-203, 2023.

DOSHI, G. M.; NALAWADE, V. V.; MUKADAM, D. S. Phytochemical evaluation of the wild and cultivated varieties of *Ricinus communis*. **International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research**, v. 21, n. 1, p. 276-281, 2013.

EL HADDAD, D. et al. Insecticidal activity of Algerian castor extracts *Ricinus communis* against the green rose aphid Macrosiphum rosae. **Revue Agrobiologia**, v. 12, n. 1, p. 2827-2833, 2022.

FONSECA, N. B. S.; SOTO-BLANCO, B. Toxicidade da ricina presente nas sementes de mamona. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 1415-1424, 2014.

HALFELD-VIEIRA, B. A. et al. **Defensivos agrícolas naturais**: uso e perspectivas. Brasília, DF: Embrapa, 2016.

KUMAR, A.; SHARMA, S.; RAWAL, R. K. A comprehensive review on phytochemistry, ethnopharmacology and pharmacological activities of *Ricinus communis* Linn. **RSC Advances**, v. 11, n. 53, p. 33360-33383, 2021.

LEYVA, C. S. Chemical composition of *Ricinus communis* seeds extracts and its bioactivity against the sugarcane aphid, Melanaphis sacchari. **Journal of Food Protection**, v. 84, n. 3, p. 1524-1530, 2021.

LÓPEZ-GUILLÉN, G.; GÓMEZ-RUIZ, J.; BARRERA, J. F. Arthropod pests and their management, natural enemies and flora visitors associated with castor (*Ricinus communis*), a biofuel plant: a review. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 46, n. 1, 2020.

MESSETTI, M. A. et al. Estudo do derivado do óleo de *Ricinus communis L.* como agente biocida e redutor da viscosidade produzida por Leuconostoc mesenteroides em indústrias sucroalcooleiras. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 2, p. 301-308, 2010.

NARANJO, J. de la Paz et al. Fracción aislada de *Ricinus communis L.* (Euphorbiaceae) en el control del biodeterioro de documentos patrimoniales. **Dominguezia**, v. 31, n. 2, p. 33-40, 2015.

NAZ, R.; BANO, A. Antimicrobial potential of *Ricinus communis* leaf extracts in different solvents against pathogenic bacterial and fungal strains. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 2, n. 12, p. 944-947, 2012.

NEVES, R. T. et al. Efeito larvicida de *Ricinus communis L.* **REGET: Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 127-131, 2014.

OBOM, P. et al. Antioxidant and phytochemical profile *of Ricinus communis L.* seed and leaf extracts: influence of solvent polarity. **Industrial Crops and Products**, v. 123, p. 88-95, 2018.

OLIVEIRA, E. et al. **Publicado zoneamento agrícola da cultura da mamona para a safra 2021/2022**. Brasília, DF: Embrapa, 2021.

OMARI, A.; MGANI, Q. A.; MUBOFU, E. B. Castor oil: composition, extraction methods, and physicochemical properties: a review. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 41, e200146, 2021.

ORDONEZ, E. Y. V. et al. Phytochemical analysis and antioxidant and anti-inflammatory activities of methanolic extracts of *Ricinus communis L.* leaves and stems. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 14, n. 1, p. 195-204, 2024.

OSORIO-GONZÁLEZ, C. S. et al. Production of biodiesel from castor oil: a review. **Energies**, v. 13, n. 10, art. 2467, 2020.
OSTAPCHUK, A. et al. Detection of ricin in plant extracts and soil using liquid chromatography–high-resolution mass spectrometry. **Journal of Analytical Chemistry**, v. 73, n. 8, p. 784-790, 2018.

POLI, M. A. et al. Ricin. In: LENHART, M. K. et al. (ed.). **Medical aspects of biological warfare**. Washington, D.C.: Borden Institute, 2008. p. 323-335.

RAMOTHLOA, T. P. et al. Phytochemical composition and multifunctional applications of *Ricinus* communis L.: insights into therapeutic, pharmacological, and industrial potential. **Molecules**, v. 30, n. 15, p. 3214, 2025.

RIBEIRO, L. P. et al. Chemical constituents of the oilseed crop *Ricinus communis*. **Industrial Crops and Products**, v. 91, p. 493-500, 2016.

RYCKAERT, Marc. **Ricinus communis 01.jpg**. Wikimedia Commons, 12 jul. 2007. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ricinus_communis_01.jpg. Acesso em: 01/07/2016.

SANTANA, R. R. et al. Uso de extratos da planta (*Ricinus communis*) no controle de insetos indesejáveis na cultura do feijão-caupi. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 2, p. 1-13, 2024.

UPASANI, S. M. et al. Partial characterization and insecticidal properties of *Ricinus communis* L foliage flavonoids. **Pest Management Science**, v. 59, p. 1349-1354, 2003. DOI 10.1002/ps.767. Disponível em: https://doi.org/10.1002/ps.767. Acesso em: 1 jul. 2026.

Projetando o Futuro
Construindo Ideias

Sua pesquisa
Nossa Missão



EDITORA IN VIVO

Desde 2020