



AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO EXTRATO ETANÓLICO DO LÍQUIDO DA CASCA DA CASTANHA DE CAJU (*Anacardium occidentale* L.) CONTRA CUPINS (*Nasutitermes* Sp.)

Marisa C. Rodrigues^{1,2}; Rafaelle V. L. Oliveira⁵; Gabriel M. A. Silva⁵; Eliana F. Furtado⁵; Paulo H. Silva Freitas^{1,2}; Valeria D. L. A. A. Palma^{1,2}; Ana C. G. Reis Melo²; Gisele G. Oliveira^{2,3 e 4}; Francisco S. Silva⁶; Antonio A. Melo Filho^{1,2}

¹Curso de Química da Universidade Federal de Roraima- UFRR;

²Laboratório de Química Ambiental do Núcleo de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Roraima-UFRR;

³Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz/RO);

⁴Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - Rede Bionorte (UNIR)

⁵Escola Estadual Monteiro Lobato

⁶Escola Agrotécnica da Universidade Federal de Roraima (EAgro/UFRR)

E-mail: marisa.costta02@gmail.com

Palavras-Chave: Bioprospecção, Sustentabilidade, Controle biológico

Introdução

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), pertencente à família Anacardiaceae, é uma espécie nativa do Brasil amplamente empregada na medicina tradicional e investigada cientificamente devido à sua composição fitoquímica diversificada, rica em metabólitos secundários de relevância farmacológica (Pavan et al., 2025). Estudos indicam que o extrato etanólico de diferentes partes do cajueiro contém compostos como taninos, flavonoides, fenóis totais e ácidos anacárdicos, responsáveis por atividades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas (Vieira et al., 2024). A composição química do líquido da castanha de caju (LCC) revela a presença majoritária de ácidos anacárdicos, além de cardol, 2-metilcardol e cardanol (Lima, 2023). Entre esses compostos, os ácidos anacárdicos se destacam pelo potencial de interação com membranas celulares e indução de efeitos tóxicos em organismos diversos (Nascimento et al., 2021).

Paralelamente, os cupins são insetos sociais de grande importância ecológica, mas que também se configuram como pragas agrícolas, urbanas e florestais, responsáveis por danos significativos em construções e sistemas agroflorestais (Santos et al., 2022). O controle desses insetos frequentemente depende de produtos químicos, o que ressalta a necessidade de explorar métodos alternativos e menos agressivos ao ecossistema.



A partir da pesquisa conduzida em 2024, que investigou a bioprospecção do ácido anacárdico extraído do LCC e seu efeito no controle de cupins arbóreos (*Nasutitermes* sp.) em cajueiros no ambiente escolar, observou-se um potencial inseticida promissor. Diante desses resultados, surge um novo questionamento científico: qual é o potencial bioinseticida exclusivo das estruturas do epicarpo (casca) na eliminação desses cupins? Este estudo busca, portanto, isolar e avaliar os compostos ativos presentes nessas frações, a fim de expandir o conhecimento sobre o aproveitamento integral do cajueiro no manejo sustentável de pragas. O epicarpo da castanha de caju, frequentemente tratado como resíduo da cadeia produtiva das amêndoas, surge como uma matriz de estudo particularmente interessante, tanto por sua disponibilidade quanto pela possibilidade de conter compostos bioativos concentrados.

Para a investigação, adotou-se metodologia de extração etanólica adaptada de Bonett et al. (2012), que descreve a extração de espécies vegetais para avaliação de atividade biológica. A caracterização físico-química do extrato fundamentou-se em parâmetros como viscosidade, densidade e pH, conforme procedimentos descritos por Araújo (2008) e IAL (2008). Nos testes fitoquímicos preliminares, buscou-se identificar a presença de metabólitos secundários como saponinas e triterpenoides pentacíclicos livres, reconhecidos por seu potencial antimicrobiano e inseticida. Este potencial é corroborado por estudos recentes que demonstram a atividade de saponinas contra diversas pragas, incluindo cupins, e detalham o mecanismo de ação de triterpenoides, como a Aescin, que atua por meio da interferência com os esteróis de membranas celulares (Shakeel et al., 2025). Estudos com triterpenoides pentacíclicos apontam que esses compostos exercem sua toxicidade sobre insetos e microrganismos principalmente pela inibição de enzimas essenciais e pela alteração da permeabilidade das membranas celulares (Lin et al., 2024).

Diante da necessidade de alternativas sustentáveis para o controle de pragas, extratos vegetais como os derivados do cajueiro destacam-se por seu baixo impacto ambiental e ampla disponibilidade. Este estudo tem como objetivo avaliar a eficácia do extrato etanólico do epicarpo da castanha de caju contra cupins arbóreos (*Nasutitermes* sp.), visando verificar seu potencial para o manejo biológico dessa praga. Os resultados obtidos buscam contribuir para o desenvolvimento de práticas de controle mais seguras e sustentáveis, com aplicação direta no ambiente escolar, promovendo o uso racional da biodiversidade brasileira e reduzindo a dependência de insumos sintéticos.

Material e Métodos

2.1 Formulação do Extrato

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Química Ambiental da UFRR. Cupins (*Nasutitermes* sp.) foram coletados na Escola Estadual Monteiro Lobato. Castanhas de caju sem amêndoa foram adquiridas no Município do Cantá-RR (2025). Utilizou-se o pseudofruto maduro vermelho de cajueiro comum. O extrato concentrado foi obtido do epicarpo da castanha. As castanhas foram secas em estufa a 40°C por 168h, triturdadas até pó fino, e extraídas com 500 mL de álcool etílico 99,5% para cada 100 g de massa. A extração do LCC consistiu em maceração por 168h em frasco protegido,



filtração, rotaevaporação a 80°C e chapa quente a 90°C por uma semana para remoção do álcool.

2.2 Teste de pH

Realizado em triplicata conforme IAL (2008).

2.3 Densidade

Utilizou-se picnômetro de 1 mL calibrado a 25°C. A densidade foi calculada pela razão entre a massa do óleo e o volume do picnômetro (IAL, 2008).

$$d = \frac{\text{massa do óleo (g)}}{\text{volume do picnômetro (mL)}} \quad \text{Eq 1}$$

2.4 Viscosidade

Determinada conforme Valeri e Meirelles (1997), utilizando viscosímetro capilar Cannon-Fenske (1,27 mm, 8 mL), medindo o tempo de escoamento entre 50°C e 75°C.

$$\text{Viscosidade} = K \times T \quad \text{Eq 2}$$

2.5 Análises fitoquímicas

A prospecção fitoquímica do extrato etanólico do LCC seguiu Matos (1988) para identificação de saponinas e triterpenoides pentacíclicos livres.

2.6 Reagentes e materiais

FeCl₃, HCl, NaOH, Mg metálico, água destilada, pHmetro, banho-maria, dessecador, tubos de ensaio, béqueres, funil e Na₂SO₄ anidro.

2.7 Operações preliminares

Sete porções de 3-4 mL do extrato foram separadas em tubos; duas porções de 10 mL em béqueres (um tarado). Os béqueres foram mantidos em banho-maria até evaporação e acondicionados em dessecador. O restante do extrato foi concentrado até metade, ajustado a pH 4, filtrado, reservando-se fases solúvel e insolúvel.

2.8 Bioensaio

Foram coletados 630 cupins (*Nasutitermes* sp.) de três cajueiros, distribuídos em nove placas (30 por placa). Registrou-se o tempo de mortandade para CL₅₀ em 5 min. Aplicou-se controle com álcool 99,5° P.A.

2.9 ANOVA e Tukey

Aplicou-se ANOVA e teste de Tukey ($\alpha=0,05$) para avaliar diferenças significativas entre as médias dos tratamentos. A diferença mínima significativa (dms) foi calculada por



$$\Delta = q \sqrt{\frac{QMRes}{K}}$$

Eq 3

2.9.1 Mortalidade

Avaliação visual aos 5 minutos, com contagem dos cupins mortos e análise estatística.

2.9.2 CL₅₀

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software OriginPro versão 9.0 (OriginLab Corporation, Northampton, MA, EUA).

Resultados e Discussão

3.1 Concentração obtida do extrato

Foi possível obter um extrato bruto com concentração final de 0,2 g.mL⁻¹. Esse valor indica que, para cada mililitro do extrato obtido após a rotaevaporação a 80°C e secagem em chapa quente a 90°C por uma semana, há 0,2 g de material solúvel extraído da matriz vegetal.

3.1 Análise do potencial hidrogeniônico (pH)

Com base na análise do potencial hidrogeniônico (pH) do extrato bruto do LCC, foi obtido um valor de pH igual a 2. Este resultado indica uma acidez elevada, que pode influenciar diretamente os testes microbianos de forma significativa, visto que o pH ácido pode potencializar ou mascarar a atividade antimicrobiana de extratos vegetais (SILVA *et al.*, 2021).

3.2 Determinação da Densidade

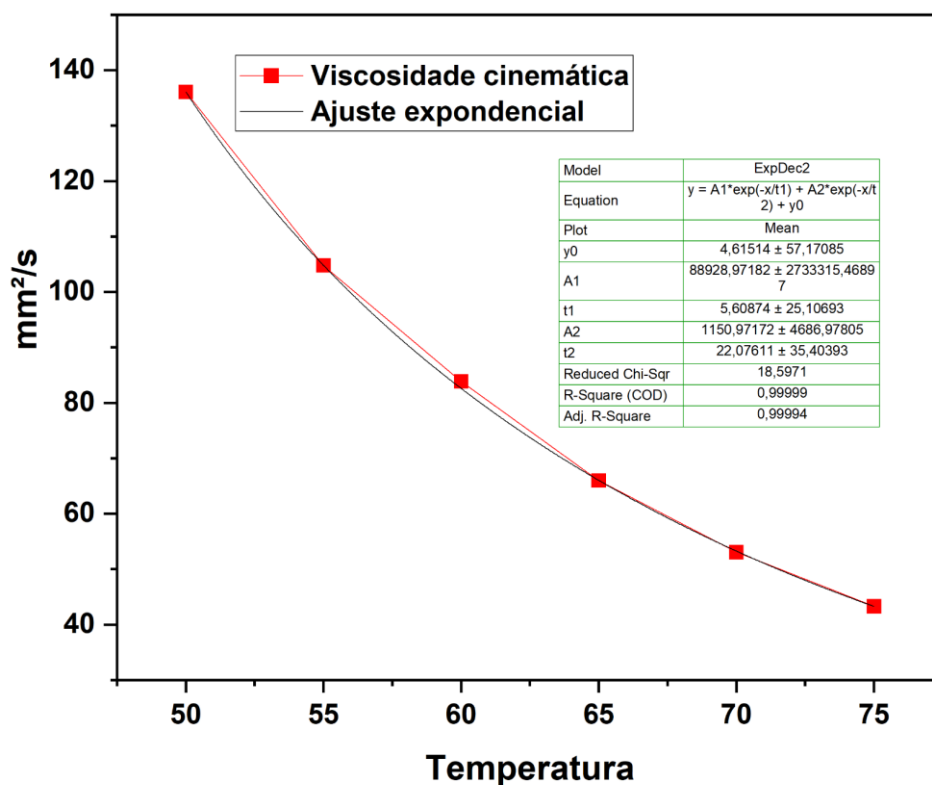
A densidade do LCC foi determinada como 1,013 g/mL, valor próximo ao reportado por Rodrigues *et al.* (2012) (1,029 g/mL) em condições experimentais semelhantes. Essa concordância corrobora a consistência dessa propriedade física para o LCC in natura e confirma que sua densidade é ligeiramente superior à da água, característica relevante para suas potenciais aplicações.

3.3 Determinação da Viscosidade Cinemática

A viscosidade cinemática do LCC foi determinada experimentalmente nas temperaturas de 50 a 75 °C, obtendo-se valores entre 129,44 e 41,17 mm².s⁻¹, com diminuição exponencial da viscosidade em função do aumento da temperatura (Gráfico 1), comportamento típico de fluidos newtonianos. Levantamento bibliográfico em bases como Google Scholar, Scopus, SciELO, ScienceDirect e Periódicos CAPES, utilizando as palavras-chave "extrato etanólico", "viscosidade cinemática" e "extrato bruto", não identificou estudos que reportassem diretamente a viscosidade do LCC puro no mesmo intervalo térmico. Pesquisas recentes têm explorado o LCC principalmente em biocombustíveis, aditivos industriais e nanomateriais (BISCOFF & ENWEREMADU, 2023; IKE, DC, & AKARANTA, 2021; BLOISE *et al.*, 2023), enquanto misturas contendo LCC demonstram modificações em propriedades reológicas como viscosidade e tensão de cisalhamento (SAMPSON *et al.*, 2021).



Gráfico 1. Análises da viscosidade do LCC.



3.4 Prospecção fitoquímica

A partir da análise fitoquímica do LCC, foram obtidos os seguintes resultados.

3.4.1 Teste para triterpenóides pentacíclicos livres

Após a extração dos resíduos secos dos béqueres com clorofórmio (1–2 mL), e filtrado sobre Na_2SO_4 anidro, e a solução obtida recebeu 1 mL de anidrido acético e três gotas de H_2SO_4 concentrado, e como resultado apresentou coloração parda a vermelha indicando a presença de triterpenóides pentacíclicos livres (figura 1).

Figura 1. Teste para presença de triterpenóides pentacíclicos livres da Amostra 1 com adição de H_2SO_4 concentrado, em duplicata.



Fonte: Autores, 2026.

3.4.2 Teste para saponinas

Já para o resíduo insolúvel em clorofórmio, após ser redissolvido em água destilada (5-10 mL), e agitado por 2-3 minutos. Verificou-se a formação de espuma persistente de colarinho (figura 2) indicando a presença de saponinas. Após adição de HCl concentrado e aquecimento em banho-maria por 1h, a formação de precipitado e perda da espuma confirmaram a presença de heterosídeos saponínicos.

Figura 2. Teste para presença de saponinas da Amostra 1 em duplicata.



Fonte: Autores, 2026.

Apresentou espuma persistente no colarinho após 3 minutos de observação, indicando a presença de saponinas.

Dessa forma, o perfil fitoquímico obtido indicou que triterpenoides pentacíclicos e saponinas representam as principais classes de metabólitos secundários no LCC, sugerindo sua possível correlação com as atividades biológicas observadas no presente estudo. A tabela 1 apresenta os resultados obtidos para os outros metabólitos analisados durante o teste, porém não apresentaram resultados positivos.

Tabela 1. Resultado dos testes fitoquímicos qualitativos do LCC.

TESTES REALIZADOS	RESULTADOS
Fenóis	-
Taninos	-
Flavonóides, flavonas, flavonóis, xantonas e flavonóis	-
Catequinas	-
Saponinas	++
Triterpenóides pentacíclicos livres	+++

Fonte: Autores, 2026.

*Prospecção dos constituintes do extrato etanólico da tabela 1. Amostra 1. Fortemente Positivo = (+++), Moderadamente Positivo = (++) , Positivo = (+), Negativo = (-)

Os compostos bioativos identificados no presente estudo apresentam significativa relevância farmacológica. Os triterpenoides, conforme reportado na literatura, exibem notórias propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes, anticancerígenas e anti microbianas, atuando na modulação de processos celulares e na inibição de agentes patogênicos. Paralelamente, as saponinas demonstram pronunciada ação imunomoduladora, antifúngica, antibacteriana e hipocolesterolêmica, além de favorecerem a permeabilidade celular e potencializarem a atividade de outros compostos bioativos.

3.5 Avaliação biológica

Os ensaios de mortalidade foram realizados com soluções do extrato nas concentrações de 1%, 2%, 3%, 4% e 5%, evidenciando uma relação dose-resposta, uma vez que o aumento da concentração elevou a taxa de mortalidade dos cupins. O tempo de morte foi registrado com cronômetro digital, adotando-se como parâmetro a concentração letal média em 5 minutos (CL_{50} , 5 min.). Como controle, utilizou-se solução de álcool 99,5° P.A. nas mesmas condições experimentais (Figura 3), garantindo a confiabilidade dos resultados.

Figura 3. Placas de petri com os cupins (A) e os balões volumétricos (B) com as diferentes concentrações.





Fonte: Autores, 2026.

3.6 Análises estatísticas da Mortalidade

A combinação da ANOVA com o teste de Tukey constitui uma abordagem estatística robusta e complementar. A ANOVA verifica a existência de efeitos significativos entre os tratamentos, rejeitando a hipótese nula quando $F_{\text{calc}} > F_{\text{crit}}$ (Tabela 2). Em seguida, o teste de Tukey identifica quais pares de médias diferem entre si, com base na HSD estabelecida. Essa integração metodológica permite não apenas detectar a presença de efeitos significativos, mas também elucidar as relações diferenciais entre todos os níveis do fator estudado, oferecendo uma compreensão mais precisa dos padrões de resposta biológica frente às diferentes concentrações do LCC.

Tabela 2. Tabela de agrupamentos.

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados (SQ)	GL	Quadrado Médio (QM)	F Calculado	F Crítico ($\alpha=0,05$)
Tratamento ANOVA (Concentração)	360,49	4	90,12	4,87	3,48
Erro	185,24	10	18,52		
Total	545,73	14			

Fonte: Autores, 2026.

Os resultados da ANOVA revelaram que o valor de F calculado (4,87) superou o valor crítico (3,48) para $\alpha = 0,05$ e graus de liberdade 4 e 10, levando à rejeição da hipótese nula e indicando que pelo menos uma das concentrações testadas exerce efeito significativo sobre a mortalidade. Para identificar quais concentrações diferem entre si, aplicou-se o teste de Tukey, adotando-se a HSD de 11,43 como referência. As comparações cujas diferenças absolutas entre as médias ultrapassaram esse valor foram consideradas estatisticamente significativas (Tabelas 3, 4 e 5), permitindo mapear com precisão os pares de concentrações responsáveis pela variação observada.

Tabela 3. Comparação das Diferenças Absolutas.

Comparação (Média Maior - Média Menor)	Diferença Absoluta	Resultado ($>11,43$)
Y ⁻ 5%–Y ⁻ 2% (18,00–4,33)	13,67	Significativa
Y ⁻ 5%–Y ⁻ 1% (18,00–5,33)	12,67	Significativa
Y ⁻ 5%–Y ⁻ 3% (18,00–10,67)	7,33	Não significativa



Y ⁻ 5%–Y ⁻ 4% (18,00–11,33)	6,67	Não significativa
Y ⁻ 4%–Y ⁻ 2% (11,33–4,33)	7	Não significativa
Y ⁻ 4%–Y ⁻ 1% (11,33–5,33)	6	Não significativa
Y ⁻ 3%–Y ⁻ 2% (10,67–4,33)	6,34	Não significativa
Y ⁻ 3%–Y ⁻ 1% (10,67–5,33)	5,34	Não significativa
Y ⁻ 1%–Y ⁻ 2% (5,33–4,33)	1	Não significativa

Font

Tabela 4. Agrupamento das médias e resultados.

Concentração	Média de Mortalidade	Agrupamento de Tukey
5%	18	A
4%	11,33	A B
3%	10,67	A B
1%	5,33	B
2%	4,33	B

Fonte: Autores, 2026.

Tabela 5. Agrupamento das médias e resultados.

Concentração	Média de mortalidade	Agrupamento de Tukey
5%	18	A
4%	11,33	A B
3%	10,67	A B
1%	5,33	B
2%	4,33	B

Fonte: Autores, 2026.

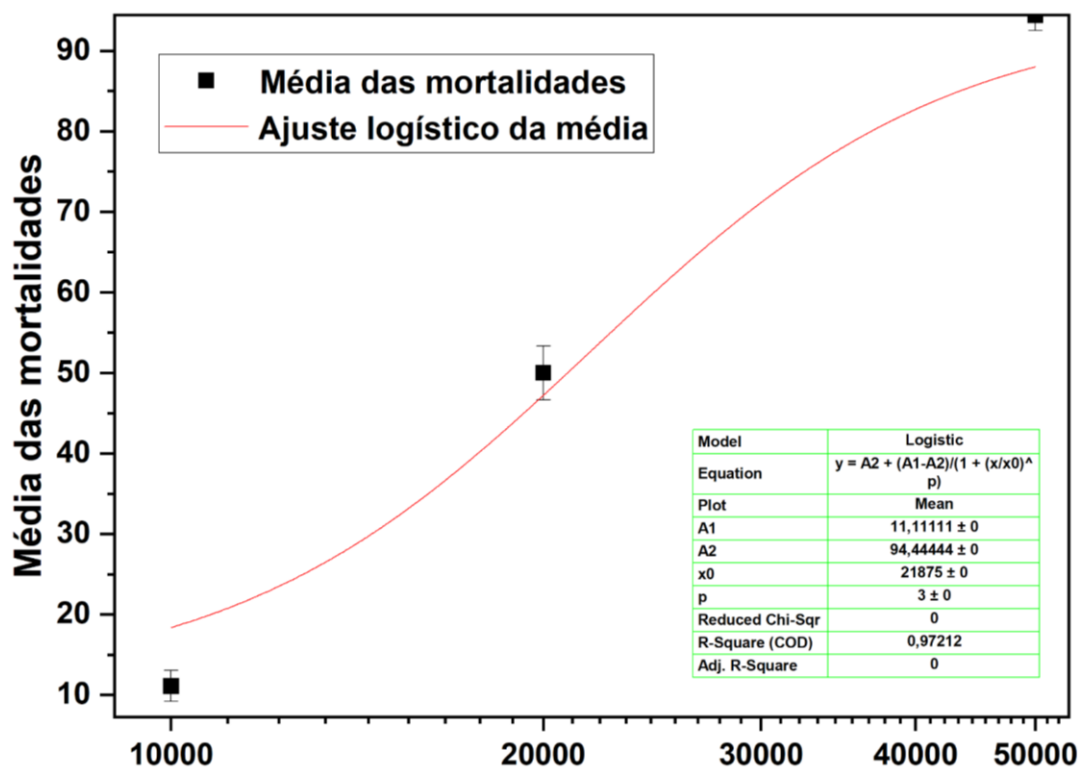
As comparações múltiplas revelaram que a concentração de 5% (grupo A) promoveu mortalidade superior às concentrações de 1% e 2% (grupo B). Os tratamentos com 3% e 4% (grupo AB) não diferiram significativamente dos demais, atuando como transição. As concentrações de 1% e 2% (grupo B) não diferiram entre si, formando um subgrupo homogêneo de menor efeito.



3.7 Parâmetro de mortalidade mediana

O CL₅₀ do extrato etanólico do LCC sobre cupins foi de 21.875 ppm (gráfico 2). Embora superior à de inseticidas sintéticos (Fipronil: 0,19–0,60 ppm; Clorpirifós: 84,09–120 mg/L) e bioinseticidas (*B. thuringiensis*: 269,98 mg/L; *O. vulgare*: 770,67 mg/L), a curva dose-resposta confirmou correlação positiva entre concentração e mortalidade. O diferencial do estudo é o uso do epicarpo da castanha (resíduo agroindustrial), alinhado à sustentabilidade e economia circular, reforçando o LCC como alternativa ecológica aos inseticidas sintéticos (Mwalongo et al., 1999; Kumar et al., 2017; Nayak et al., 2024).

Gráfico 2. Cálculo do CL₅₀ do extrato do LCC frente aos cupins.



Fonte: Autores, 2026.

Conclusões

O presente estudo evidenciou o elevado potencial do extrato do Líquido da Castanha de Caju (LCC) como bioinseticida eficaz e ambientalmente sustentável para o controle de cupins arbóreos. Os resultados demonstraram uma clara relação dose-resposta, com efeito biocida expressivo mesmo em concentrações reduzidas, indicando a viabilidade técnica do LCC como alternativa promissora aos inseticidas sintéticos tradicionais. Além disso, a caracterização fitoquímica qualitativa confirmou a presença de compostos bioativos de reconhecida relevância farmacológica, ampliando as perspectivas de aplicação biotecnológica do extrato e reforçando seu potencial como insumo em programas de manejo integrado de pragas.



O desenvolvimento deste bioproduto alinha-se estrategicamente com os princípios da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, contribuindo diretamente para o alcance de múltiplos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), incluindo: agricultura sustentável (ODS 2), saúde e bem-estar (ODS 3), gestão adequada de recursos hídricos (ODS 6), inovação industrial sustentável (ODS 9), padrões de produção responsáveis (ODS 12) e proteção da biodiversidade terrestre (ODS 15).

Os resultados desta pesquisa reforçam a relevância do aproveitamento sustentável de recursos vegetais regionais, fornecendo bases científicas para o desenvolvimento de soluções biotecnológicas inovadoras que conciliem eficácia operacional e responsabilidade socioambiental. Nesse contexto, o LCC destaca-se como uma matéria-prima promissora para a formulação de métodos de controle ambientalmente adequados, contribuindo para a transição rumo a práticas agrícolas mais sustentáveis e alinhadas aos desafios contemporâneos relacionados à conservação ambiental.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FINEP pela cessão do espaço físico e ao CNPq pelas bolsas de Iniciação Científica (IC) concedidas na UFRR.

Referências

- ALVES, Eduardo Godinho. Toxicidade Aguda (CL50) Do Permanganato De Potássio Em Juvenis De Robalo Peva (Centropomus Parallelus). 2011. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/25609>.
- 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 Bioquímica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11612/966>.
- BISCOFF, R. K.; ENWEREMADU, C. C. Líquido da casca da castanha de caju: uma potencial fonte não comestível de biodiesel para veículos pesados na África Subsaariana. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, v. 45, n. 1, p. 905–923, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1080/15567036.2023.2174616>.
- BLOISE, E.; LAZZOI, M. R.; MERGOLA, L.; DEL SOLE, R.; MELE, G. Avanços em nanomateriais baseados no líquido da casca da castanha de caju. *Nanomaterials*, v. 13, 2486, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/nano13172486>.
- BONETT, L. P.; MÜLLER, G. M.; WESSLING, C. R.; GAMELLO, F. P. Extrato etanólico de representantes de cinco famílias de plantas e óleo essencial da família Asteraceae sobre o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* coletados de frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.). *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 7, n. 3, p. 116-125, 2012. DOI: <https://periodicos.unb.br/index.php/rbagroecologia/article/view/49381>.
- BRASIL. Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). 2. ed. rev. Brasília: Anvisa, 2008. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/ptbr/centraisdeconteudo/publicacoes/cosmeticos/manuais-e-guias/guia-decontrole-de-qualidade-de-produtos-cosmeticos.pdf/view>.
- CAO, S. et al. Effects of Saponins on Lipid Metabolism: The Gut-Liver Axis Plays a Key Role. *Nutrients*, v. 16, n. 10, 1514, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu16101514>.



FERNANDES, I. da C. et al. Análise fitoquímica dos metabolismos secundários da raiz e folha da planta *Phyllanthus niruri* L. (Quebra-pedra). *Research, Society and Development*, v. 10, n. 4, e18410414051, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i4.14051.

GOMES, D. J. et al. Possibilidades de uso do *Anacardium occidentale* em uma perspectiva farmacológica. *Revista de Agroecologia no Semiárido*, v. 2, n. 2, p. 10-17, 2018. DOI: <https://doi.org/10.35512/ras.v2i2.2373>.

IKE, D. C.; IBEZIM-EZEANI, M. U.; AKARANTA, O. Líquido da casca da castanha de caju e seus derivados em aplicações em campos petrolíferos: uma atualização. *Green Chemistry Letters and Reviews*, v. 14, n. 4, p. 620–633, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/17518253.2021.1991485>.

ITAKO, A. T. et al. Atividade antifúngica e proteção do tomateiro por extratos de plantas medicinais. *Tropical Plant Pathology*, v. 33, n. 3, p. 241-244, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1982-56762008000300011>.

KUMAR, A.; NAGARAJAPPA, G. B.; CHAUHAN, S. S. Liquefaction of woody waste: A novel approach in wood protection from CNSL based liquefied wood polyols. In: IRG ANNUAL MEETING, Ghent, Belgium, 2017.

LIMA, D. M. de. Análise da composição química e atividades antioxidante e antimicrobiana dos extratos da espécie *Lafoensia replicata* Pohl e avaliação da eficácia como conservantes em cosméticos. 2023. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/37271>.

LIN, M.; LIU, X.; CHEN, J.; HUANG, J.; ZHOU, L. Triterpenos inseticidas em Meliaceae III: Espécies de plantas, moléculas e atividades em *Munronia*–*Xylocarpus*. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 25, 7818, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms25147818>.

MATOS, F. J. A. Introdução à fitoquímica experimental. 2. ed. Fortaleza: UFC, 1988.

MOGGIO, B. C.; GONÇALVES, J. E. Análise química de própolis e extratos etanólicos de própolis por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM). In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA – EPCC, 2015, Maringá. Anais [...]. Maringá: UNICESUMAR, 2015. Disponível em: <http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/1213>.

MORAES, S. S.; BAUTISTA, A. R. L.; VIANA, B. F. Avaliação da toxicidade aguda (DL₅₀ e CL₅₀) de inseticidas para *Scaptotrigona tubiba* (Smith) (Hymenoptera: Apidae): via de contato. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 29, n. 1, p. 31–37, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0301-80592000000100004>.

MWALONGO, Gerold; MKAYULA, Lupituko; MUBOFU, Egid; MWINGIRA, Bonaventura. Preventing termite attack. Environmentally friendly chemical combinations of cashew nut shell liquid, sulfited wattle tannin and copper(II) chloride. *Green Chemistry*, v. 1, p. 13-16, 1999.

NAKAGOME, F. K.; NOLDIN, J. A.; RESGALLA JR., C. Toxicidade aguda de alguns herbicidas e inseticidas utilizados em lavouras de arroz irrigado sobre o peixe *Danio rerio*. *Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, v. 17, p. 117–122, 2007. DOI: <https://doi.org/10.5380/pes.v17i0.9186>.

NASCIMENTO, C. M. S. A. et al. Efeito do extrato de *Anacardium occidentale* L. durante a gestação, lactação e no desenvolvimento da prole de ratos. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 3, e50910313613, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i3.13613.

NAYAK, S.; HEGDE, R. B.; RAO, A. S. et al. Revitalizing agriculture with the potential of cashew nutshell liquid: a comprehensive exploration and synergy with AI. *Discover Applied Sciences*, v. 6, 557, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42452-024-06258-6>.

ORIGINLAB CORPORATION. OriginPro versão 9.0. Northampton: OriginLab Corporation, 2012.



PAVAN, E. da S.; CITADINI-ZANETTE, V.; AMARAL, P. de A. Potencial anti-inflamatório de *Anacardium occidentale* L. (cajuzeiro): uma revisão integrativa da literatura. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, v. 18, n. 3, e16457, 2025. DOI: <https://doi.org/10.55905/revconv.18n.3-245>.

PILLAI, S. K.; KOBAYASHI, K.; MATHAI, T.; MICHAEL, M. Uso da CL50 em toxicologia regulatória aquática - Desarmonia na harmonização global da classificação de perigos de produtos químicos. *Ecotoxicologia e Contaminação Ambiental*, v. 16, n. 1, p. 91–96, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5132/eec.2021.01.12>.

RODRIGUES, L. K. O. et al. Análise Físico-Química do Líquido da Castanha do Caju para Uso como Biolubrificante. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA (CONEM), 7., 2012, São Luís. Anais [...]. São Luís: CONEM, 2012. Disponível em: <https://www.abcm.org.br/anais/conem/2012/PDF/CONEM2012-0506.pdf>.

SAMPSON KOFI KYEI; EKE, William Iheanyi; NAGRE, Robert Dery; MENSAH, Isaac; AKARANTA, Onyewuchi. A comprehensive review on waste valorization of cashew nutshell liquid: Sustainable development and industrial applications. *Cleaner Waste Systems*, v. 6, 100116, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2023.100116>.

SANTOS, P. L. et al. Perfil químico e atividade antimicrobiana de *Abarema cochliacarpus*. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 4, e22911427226, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i4.27226>.

SANTOS, R. S.; GODOY, K. B.; COSTA, J. E. S. Termitofauna (Blattodea) em sistemas agrofloreais no Sudoeste da Amazônia, Acre, Brasil. *Biota Amazônia*, v. 12, n. 1, p. 57-60, 2022. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1146539>.

SHAKEEL, A.; NOOR, J. J.; JAN, U.; GUL, A.; HANDOO, Z.; ASHRAF, N. Saponins, the Unexplored Secondary Metabolites in Plant Defense: Opportunities in Integrated Pest Management. *Plants*, v. 14, n. 6, 861, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants14060861>.

SILVA, A. B. et al. Influence of pH on antimicrobial activity of plant extracts: implications for standardization of microbiological assays. *Journal of Applied Microbiology*, v. 130, n. 4, p. 1025-1035, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/jam.14832>.

SILVA, N. L. A.; MIRANDA, F. A. A.; CONCEIÇÃO, G. M. Triagem fitoquímica de plantas de cerrado, da área de proteção ambiental municipal de Inhamum, Caxias, Maranhão. *Revista Scientia Plena*, v. 6, n. 2, p. 1-17, 2010. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/22>. Acesso em: 27 jul. 2026.

SILVEIRA, D. H. R. et al. Análise fitoquímica de cinco espécies vegetais provenientes do Horto de Plantas Medicinais da Embrapa Amazônia Oriental. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, p. 144, 2004. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/406083>.

SOUZA, V. D. Separação de ácido anacárdico a partir do líquido da castanha de caju (LCC). 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/29581>.

TUKEY, J. W. Comparing individual means in the analysis of variance. *Biometrics*, v. 5, n. 2, p. 99–114, 1949. DOI: <https://doi.org/10.2307/3001913>.

VALERI, D.; MEIRELLES, A. J. A. Viscosities of fatty acids, triglycerides and their binary mixtures. *Journal of American Oil Chemists Society*, n. 10, p. 1221-1226, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11746-997-0048-6>.

VIEIRA, G. I. A. et al. Explorando o potencial biológico do hipocampo de *Anacardium occidentale* L.: uma revisão sistemática da literatura. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, v. 17, n. 6, e7756, 2024. DOI: <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.6-278>.



YUNES, R. A.; CALIXTO, J. B. (Org.). Plantas medicinais sob a ótica da moderna química medicinal. Chapecó: Argos, 2001.