

Caracterização química e efeito larvicida sobre *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) do extrato bruto metanólico de folhas de *Guatteria punctata* (Annonaceae)

Chemical characterization and larvicidal effect on *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) of the methanolic crude extract of *Guatteria punctata* (Annonaceae) Leaves

Márcia Bay¹ , Hugo Rodrigues da Silva² , Amanda Nonato dos Santos³ , Alexandre de Almeida e Silva⁴ 

1. Docente do Curso Técnico em Química e Pesquisadora no Laboratório de Biotecnologia Aplicada a Produtos Naturais, Instituto Federal de Ciências e Tecnologia de Rondônia (IFRO) Porto Velho, Rondônia, Brasil. 2. Discente do Curso de Graduação em Engenharia Química, Pesquisador no Laboratório de Biotecnologia Aplicada a Produtos Naturais, Instituto Federal de Ciências e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Porto Velho, Rondônia, Brasil. 3. Pesquisadora no Laboratório de Bioecologia de Insetos, Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Porto Velho, Rondônia, Brasil. 4. Docente do Curso de Biologia e Pesquisador no Laboratório de Bioecologia de Insetos (LaBeIn), Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Porto Velho, Rondônia, Brasil.

Resumo

Objetivo: investigar os constituintes químicos do extrato metanólico das folhas de *G. punctata* e avaliar seu potencial larvicida contra o *Aedes aegypti*. **Métodos:** As folhas foram coletadas, secas e extraídas com metanol para obter o extrato bruto. O perfil químico foi realizado, usando UHPLC-qTOF-MS/MS com foco na identificação de alcalóides. O extrato foi testado quanto à atividade larvicida em diferentes concentrações contra larvas de *A. aegypti*. **Resultados:** Vinte compostos alcalóides foram identificados em várias classes: oxoaporfina, pirrolizidina, isoquinolina, azaantraceno, benzilisoquinolina e aporfina. Atividade larvicida significativa foi observada após 72 horas, com aumento da mortalidade em concentrações mais altas. A dose de 2000ppm resultou em 100% de mortalidade larval após 120 horas. A análise estatística confirmou um efeito dependente da dose e do tempo. **Conclusão:** Este é o primeiro relato da atividade larvicida de *G. punctata* contra *A. aegypti*, e estudos adicionais utilizando outras partes da planta, incluindo o óleo essencial, são recomendados para avaliar melhor seu potencial inseticida.

Palavras-chave: inseticida; vetor; dengue; bioensaios.

Abstract

Objective: To investigate the chemical constituents of the methanolic extract of *G. punctata* leaves and evaluate its larvicidal potential against *Aedes aegypti*. **Methods:** Leaves were collected, dried, and extracted with methanol to obtain the crude extract. Chemical profiling was carried out using UHPLC-qTOF-MS/MS, with a focus on the identification of alkaloids. The extract was tested for larvicidal activity at different concentrations against *A. aegypti* larvae. **Results:** Twenty alkaloid compounds were identified across several classes: oxoaporphine, pyrrolizidine, isoquinoline, mazaanthracene, benzyloisoquinoline, and aporphine. Significant larvicidal activity was observed after 72 hours, with increased mortality at higher concentrations. The 2000 ppm dose resulted in 100% larval mortality after 120 hours. Statistical analysis confirmed a dose- and time-dependent effect. **Conclusion:** This is the first report of the larvicidal activity of *G. punctata* against *A. aegypti*, and further studies using other plant parts, including essential oil, are recommended to better assess its insecticidal potential.

Keywords: insecticidal; vector; dengue; bioassays.

INTRODUÇÃO

Guatteria punctata (Aubl.) R.A.Howard, uma espécie comumente encontrada na floresta Amazônica, é um exemplar pertencente à família Annonaceae, que possui uma ampla distribuição geográfica na África, na Ásia e na América Central e do Sul¹. Essa notável família botânica engloba 130 gêneros e mais de 2.000 espécies de árvores, cipós e arbustos, predominando em regiões tropicais e subtropicais². O interesse histórico nas plantas da família Annonaceae transcende a mera curiosidade botânica, estendendo-se à esfera medicinal. Tradicionalmente, essas plantas têm sido empregadas no tratamento de doenças parasitárias, tais como malária, doença de Chagas e leishmaniose³. Adicionalmente, extratos, notadamente obtidos das cascas e raízes, têm sido destacados

no âmbito etnobotânico como agentes terapêuticos eficazes para uma diversidade de enfermidades, incluindo infecções por diversos patógenos e tumores⁴.

A síntese de metabólitos secundários representa uma característica distintiva das plantas da família Annonaceae. Alcalóides, acetogeninas, terpenoides, flavonoides, polifenóis e quinonas estão entre os principais compostos identificados nesses extratos⁵. Desses, os alcalóides emergem como um grupo proeminente de produtos naturais de interesse significativo no desenvolvimento de medicamentos.

No contexto específico dos alcalóides presentes na família

Correspondente: Márcia Bay, Av. Calama, 4985 - Flodoaldo Pontes Pinto, Porto Velho - RO, 76820-441, e-mail: marcia.bay@ifro.edu.br

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse

Recebido em: 7 Ago 2025; Revisado em: 29 Ago 2025; Aceito em: 29 Set 2025

2 *Guatteria punctata* (Annonaceae): caracterização química e potencial larvicida contra *Aedes aegypti*

Annonaceae, destaca-se a predominância dos alcalóides isoquinolínicos do tipo benzilisoquinolínicos. Estes compostos, frequentemente, derivados da isoquinolina, uma molécula orgânica heterocíclica aromática composta por um anel benzênico fundido a um anel piridínico, assumem diversas formas. Os principais tipos incluem isoquinolínicos simples, benziltetraidroisoquinolínicos, bisbenzilisoquinolínicos, protoberberínicos, tetraidroprotoberberínicos, aporfínicos, oxoaporfínicos e fenantrênicos⁶. Considerando que as diferentes partes de diversas espécies de *annonaceae*s possuem atividade citotóxica, antitumoral, vermífida, antimicrobiana, imunosupressora, antiemética, antimalária e inseticida^{7,8} e que plantas do gênero *Guatteria*, e.g., *Guatteria blespharophylla*, *Guatteria friesiana* e *Guatteria hispida* apresentaram atividade larvicida em *A. aegypti*⁹, o presente estudo tem como objetivo investigar os constituintes químicos presentes no extrato metanólico das folhas da *Guatteria punctata* e avaliar o seu potencial larvicida em *Aedes aegypti*.

MÉTODOS

Material Vegetal

As folhas da espécie *Guatteria punctata* foram coletadas no mês de setembro de 2018 em um fragmento de floresta contíguo ao campus da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), próximo à rodovia BR 364 Lat 09°09'44" S Long 64° 11'44" O. Em conformidade com os procedimentos preconizados pelos protocolos regulamentares referentes à biodiversidade brasileira, conforme estabelecido pelo Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e Conhecimentos Tradicionais Associados (SisGen). A identificação da planta coletada foi oficialmente registrada no sistema, sendo atribuído a ela o código AC 32209. Uma amostra representativa do exemplar foi devidamente armazenada no herbário da Universidade Federal do Acre, identificada e catalogada sob o número UFACPZ 20683. A responsabilidade pelo depósito e catalogação coube à botânica Eduarda A. Dias e Adriana Q. Lobão, respectivamente.

O material vegetal fresco foi submetido a um processo de limpeza meticuloso para a remoção de impurezas e, posteriormente, submetido à secagem em condições ambientais, durante um período de três semanas. Este procedimento foi adotado com o propósito de preservar as características físicas e químicas das folhas de *G. punctata*, viabilizando análises subsequentes no contexto da presente pesquisa.

Para condução do experimento, foram utilizadas folhas de *G. punctata* previamente secas à temperatura ambiente e posteriormente trituradas em moinho de facas/martelo. O extrato bruto foi obtido a partir de 45g desse material vegetal, submetido a exaustivas extrações com metanol (200 mL, 4 x 50 mL). O fluido resultante do processo de extração foi submetido à filtração e concentrado utilizando um evaporador a vácuo (TECNAL, modelo TE-210, Porto Velho, RO, Brasil), após foi deixado evaporar o restante do solvente em temperatura ambiente, culminando na obtenção de um extrato bruto final

com um peso de 2,5g.

Em seguida, o extrato foi armazenado sob refrigeração (5°C) até o momento da análise. Essa etapa do procedimento garantiu a preservação adequada do extrato, proporcionando condições ideais para a realização das análises subsequentes neste estudo científico.

Análises Químicas

Os dados espectrométricos foram obtidos pela análise realizada por UHPLC-qTOF-MS/Ms. Foi selecionado os principais íons para a fragmentação e, dessa forma, realizar a confirmação de suas estruturas por meio de comparação com dados da literatura. O perfil químico do extrato bruto metanólico foi submetido a análises utilizando um sistema cromatográfico líquido Nexera 2, da Shimadzu, acoplado a um espectrômetro de massa híbrido (quadropolo e tempo de voo) modelo Impact II, da Bruker Daltonics. O equipamento estava dotado de uma fonte de ionização por eletrospray (ESI). A separação dos compostos ocorreu em uma coluna cromatográfica Kinetex C-18. A fase móvel compreendeu água ultrapura (A) e acetonitrila (JTBaker®) acidificada [0.1% ácido fórmico (v/v)] (B). O gradiente de eluição foi estabelecido em 0–27 min de 5-95% (B); 27-28 min 95-5% (B); 28–30 min 5% (B). O fluxo utilizado foi de 0.3 mL.min⁻¹, a temperatura do forno foi mantida em 40 °C, e o volume de injeção da amostra foi de 1 µL. O espectrômetro de massas operou nos modos positivo e negativo (m/z 120–1200). Todos os solventes empregados apresentavam pureza HPLC (99,9%), e a água utilizada foi de grau ultrapuro.

A identificação dos constituintes presentes no extrato bruto foi realizada por meio da comparação dos espectros MS e MS/MS, com dados disponíveis na literatura, obtidos por meio de estudos recolhidos em bases de dados diversas, como PubMed, Google Scholar e Web of Science. A confirmação das identificações ocorreu mediante análise manual, considerando os espectros de fragmentação, com erros de massa variando de -8,9 a 4,9 ppm. Os perfis de fragmentação foram elaborados com base em estudos prévios de espectrometria de massas de alcalóides seguindo as características de fragmentação para alcalóides.

Experimento Larvicida

Para realização dos experimentos, foram utilizadas fêmeas de *A. aegypti* da colônia do Laboratório de Bioecologia de Insetos (LaBEIn). As fêmeas de *A. aegypti* ficaram em jejum por 48 h, foram alimentadas com sangue em alimentador artificial adaptado. Completado o período para maturação dos ovos (72 h), as fêmeas foram inseridas em gaiolas plásticas revestidas com papel filtro, contendo 100 mL de água para que as fêmeas pudessem ovipor. O insetário foi mantido sob condições controladas de temperatura (28°C) e umidade relativa (70% - 80%) e fotoperíodo de 12/12, seguindo o método de Martins¹⁰. Os ovos obtidos foram colocados em bacias contendo 1L de água filtrada para eclosão larval. As larvas no estágio L1 e L2

3 Guatteria punctata (Annonaceae): caracterização química e potencial larvicide contra Aedes aegypti

foram alimentadas diariamente com ração de peixe Tetramim Tropical Flakes ad libitum moída e diluída em água, colocada no fundo da bacia. Ao chegar ao estágio L3, foram contadas e transferidas para realização dos testes larvicidas.

O extrato metanólico de *G.punctata* foi pesado e solubilizado em Etanol P.A. para preparação de uma solução estoque. Após avaliação preliminar, foram selecionadas cinco concentrações para realização dos testes larvicidas (500, 750, 1000, 1500 e 2000 ppm) e para o controle foi utilizado etanol P. A. a 1%.

Os testes larvicidas foram realizados, utilizando copos descartáveis de 50mL contendo 10mL do extrato metanólico de *G. punctata* nas concentrações mencionadas e 10 larvas de 3° instar. A mortalidade larval foi anotada em intervalos de 24 horas finalizando após 196 horas de observação. Foram consideradas larvas mortas àquelas que não puderam se mover, e a alimentação foi estabelecida após 24 horas de início dos experimentos, utilizando ração Tetramim Tropical Flakes moída. Os experimentos foram feitos em triplicata e repetidos três vezes com gerações distintas de mosquitos.

Análises de Dados

A mortalidade larval foi analisada por ANOVA de dois fatores de medidas repetidas, as comparações foram feitas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 0,05 (5%), utilizando o software Prism 10 (Graph Pad Inc). O cálculo das concentrações letais foi feito por análise de Probit, utilizando a planilha preparada por Mekapogu¹¹.

Aspectos Éticos

Todos os procedimentos envolvendo mosquitos e a utilização de sangue humano para alimentação foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Rondônia (CAAE: 83084424.3.0000.5300), garantindo o cumprimento das diretrizes éticas nacionais.

Quadro 1. Características de Fragmentação de Alcaloides

Tipo de Alcaloide	Características de Fragmentação (MS)	Referências
Benzilisoquinolínicos	Perda de grupos metil (–15 Da) e metoxila (–31 Da); clivagem da cadeia lateral; fragmentos típicos entre m/z 190–200.	Verpoorte et al. (2007) ¹² ; Chen et al. 2015) ¹³
Aporfínicos	Perdas seletivas de metil e metoxila; clivagem parcial do anel D; fragmentos em m/z 250–270.	El-Elmat et al. (2012) ¹⁴
Oxoaporfínicos	Fragmentação semelhante aos aporfínicos; perda adicional de oxigênio (–16 Da); fragmentos entre m/z 280–290.	Pelletier (1996) ¹⁵ .
Isoquinolínicos	Clivagem do anel isoquinolínico; perda de substituintes laterais (ex: metila); fragmentos de baixa massa m/z 120–150.	Shamma e Moniot (1972) ¹⁶ ; Zhou et al. (2010) ¹⁷
Pirrolidínicos	Fragmentação intensa do anel pirrolidínico; perda de C ₃ H ₆ (–42 Da); fragmentos em m/z 80–120.	Waksmundzka-Hajnos et al. (2008) ¹⁸
Azaantracênicos	Perdas sequenciais de CO (–28 Da) e CO ₂ (–44 Da); fragmentos de massa elevada > m/z 250.	Silva-Filho et al. (2021) ¹⁹

Fonte: adaptado de Verpoorte et al.¹², Chen et al.¹³, El-Elmat et al.¹⁴, entre outros

RESULTADOS

A análise realizada por UHPLC-qTOF-MS/Ms, a partir dos dados espectrométricos obtidos, selecionou os principais íons para a fragmentação e, dessa forma, realizou-se a confirmação de suas estruturas por meio de comparação com dados da literatura. Os perfis de fragmentação foram elaborados com base em estudos prévios de espectrometria de massas de alcalóides, seguindo as características de fragmentação para alcalóides, conforme o Quadro 1.

A análise dos alcalóides identificados na *G. punctata* revelou um perfil químico rico em alcaloides isoquinolínicos. A presença de benzilisoquinolinas e aporfínicos (incluindo oxoaporfínicos) foi um padrão observado.

Observando o Quadro 2, a maioria dos compostos identificados (Higenamina, N-Metil-higenamina, N-Metil-coclaurina, Coclaurina, Isobaldina, Anolobina, Oblongina, Reticulina, Juzifina, Nandigerina, Norushinsunina, Xylopina, N,O-Dimetil-coclaurina, Nornuciferina, N-Óxido de guatterina e Lanuginosina) pertencem a essa classe, especificamente aos subtipos benzilisoquinolinas e aporfínicos (incluindo as oxoaporfínicos).

Considerando esse perfil químico, foi realizada a avaliação da atividade larvicide dos extratos sobre larvas de *A. aegypti*, visando investigar o potencial inseticide dos compostos identificados. Em geral, não houve diferenças na mortalidade larval em relação ao controle nas primeiras 24 horas, exceto para as concentrações mais altas (1500 e 2000 ppm). Após 72 horas, houve diferenças significativas na mortalidade larval para todas as concentrações testadas em relação ao controle (F=172.1; P<0.0001), e o aumento da concentração do extrato aumentou significativamente a mortalidade larval (F=70.83; P<0.0001).

4 Guatteria punctata (Annonaceae): caracterização química e potencial larvídica contra *Aedes aegypti*

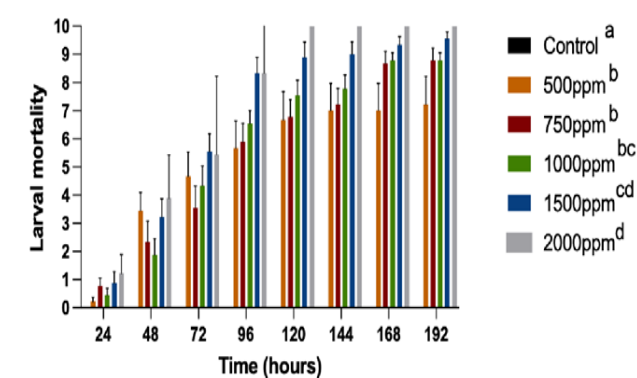
Quadro 2. Compostos identificados no extrato bruto de folhas de *Guatteria punctata* por EMGP

Nº	Composto	Rt (min)	Fórmula Molecular	[M+H] ⁺	MS ⁿ (m/z)	Erro (ppm)	Referência Bibliográfica
1	4-Hidroxi-N-metil-prolina	0,7	C ₆ H ₁₂ NO ₃	146,0815	128, 100, 82, 55	-2,1	Schmeda-Hirschmann et al. (2020) ²⁰
2	Picnarrina	1,0	C ₁₁ H ₁₃ NO ₂	192,1019	177, 149, 128, 72	-0,1	Avula et al. (2018) ²¹
3	Geovanina	1,6	C ₁₇ H ₁₇ NO ₄	300,1230	285, 255, 194, 167	0,0	De Oliveira et al. (1987) ²²
4	Higenamina	1,8	C ₁₆ H ₁₇ NO ₃	272,1279	255, 237, 209, 161	-8,9	Okano et al. (2017) ²³
5	N-Metil-higenamina	1,9	C ₁₇ H ₁₉ NO ₃	286,1438	255, 237, 209, 161	-0,1	Li et al. (2015) ²⁴
6	Lotusina	2,4	C ₁₉ H ₂₃ NO ₃	314,1750	282, 269, 237, 209	0,1	Yan et al. (2013) ²⁵
7	N-Metil-coclaurina	2,9	C ₁₈ H ₂₁ NO ₃	300,1594	269, 237, 209, 192	1,0	Lima et al. (2021) ²⁶
8	Coclaurina	2,9	C ₁₇ H ₁₉ NO ₃	286,1435	269, 237, 209, 192	0,8	Qing et al. (2020) ²⁷
9	Isobaldina	3,2	C ₁₉ H ₂₁ NO ₄	328,1538	297, 265, 237, 192	1,4	Li et al. (2015) ²⁴
10	Anolobina	3,2	C ₁₇ H ₁₅ NO ₃	282,1121	265, 235, 209, 163	1,3	Carnevale Neto et al. (2020) ²⁸
11	Oblongina	3,5	C ₁₉ H ₂₃ NO ₃	314,1748	269, 237, 192, 175	0,8	Zhao et al. (2020) ²⁹
12	Reticulina	3,5	C ₁₈ H ₂₃ NO ₄	330,1700	299, 267, 192, 175	-0,1	Qing et al. (2020) ²⁷
13	Juzifina	2,9	C ₁₈ H ₂₁ NO ₃	300,1589	269, 237, 209, 192	0,9	Shangguan et al. (2018) ³⁰
14	Nandigerina	4,2	C ₁₈ H ₁₇ NO ₄	312,1230	295, 265, 237, 105	0,7	Yan et al. (2013) ²⁵
15	Norushinsunina	4,9	C ₁₇ H ₁₅ NO ₃	282,1122	265, 235, 207, 163	4,9	Lima et al. (2020) ⁶
16	Xylopina	5,1	C ₁₈ H ₁₇ NO ₃	296,1280	279, 264, 249, 221	0,5	Carnevale Neto et al. (2020) ²⁸
17	N,O-Dimetil-coclaurina	5,4	C ₁₉ H ₂₃ NO ₃	314,1754	283, 264, 235, 192	0,4	Lima et al. (2021) ²⁶
18	Nornuciferina	5,6	C ₁₉ H ₁₉ NO ₂	282,1487	265, 250, 234, 219	0,4	Lima et al. (2021) ²⁶
19	Não identificado	6,0	—	326,1395	308, 295, 265, 237	2,6	—
20	N-Óxido de guatterina	6,6	C ₁₉ H ₁₉ NO ₅	342,1336	295, 265, 237	0,0	De Souza et al. (2021) ³¹
21	Lanuginosina	9,5	C ₁₈ H ₁₁ NO ₄	306,0756	291, 263, 217, 183	1,3	Dantas et al. (2020) ³²

Legenda: Rt" = tempo de retenção. "[M+H]⁺" = íon molecular protonado observado no espectro de massas. "MSⁿ" = principais fragmentos detectados no modo de espectrometria tandem.

Observou-se também um aumento da mortalidade larval até às 96 horas, variando de 5.6 larvas na menor concentração (500 ppm) a 8.3 larvas na concentração mais alta (2000 ppm). Somente após 120 horas verificou-se 100% de mortalidade das larvas expostas a 2000 ppm do extrato de *G. punctata*, conforme Figura 1.

Figura 1. Mortalidade de larvas de *A. aegypti*



Fonte: autores (2025). Letras diferentes indicam diferenças significativas ($P<0.05$) entre as concentrações testadas

As concentrações letais do extrato metanólico de *G. punctata* calculadas para *Ae. aegypti* reduziram-se muito ao longo do tempo de observação, e.g. a CL50 após 96 horas foi 95% menor do que aquela observada em 24 horas. Os CL50 calculados variaram de 8691 a 469 ppm entre 24 e 96 horas, respectivamente. Os CL90 não puderam ser estimados entre 24 e 72 horas e a menor concentração observada foi de 2830 ppm, após 96 horas de exposição, como demonstrado no Quadro 3.

Quadro 3. Concentrações letais do extrato metanólico de *Guatteria punctata* para larvas de *Aedes aegypti* de 24 a 96 horas.

Time (hours)	LC50\$ (95% C.I.) em ppm	LC90 (95% C.I.) em ppm
24	8691 (3783-19960)	-
48	3978 (1369-11526)	-
72	1245 (673-2300)	7081 (3828-13097)
96	469 (266-827)	2830 (1606-4985)

Fonte: autores (2025).

DISCUSSÃO

A análise dos alcalóides identificados na *G. punctata* está em linha com o conhecimento da fitoquímica da família Annonaceae e do gênero *Guatteria* em particular³³. A presença de benzilisoquinolinas e aporfinas (incluindo oxoaporfinas) é um padrão comum³⁴.

Apesar de existirem relatos, segundo da Cunha et al³⁵, os alcalóides esteroidais geralmente são compostos relativamente tóxicos ou muito tóxicos, o que estimula o interesse pelas suas propriedades biológicas, a exemplo do seu efeito fagoinibidor e tóxico em muitos insetos. Em nosso estudo, não foram encontrados compostos dessa classe. Até o momento, poucos são os relatos na literatura sobre sua atividade larvica contra *A. aegypti* para alcaloides, sendo encontrados relatos de atividade para a dicentrina e a liriidenina.

Em relação aos isoquinolínicos, a dicentrina, quando isolada por Garcez et al³⁶ da espécie *Ocotea velloziana*, apresentou excelente atividade contra larvas de *A. aegypti*. No entanto, o estudo atual concluiu que, embora outros alcalóides tenham sido detectados nas frações analisadas, apenas a dicentrina exibiu atividade larvica, sugerindo a dicentrina como a componente chave responsável pelo efeito larvica. Outro alcalóide que apresentou atividade contra larvas de terceiro estágio do mosquito *A. aegypti* foi a liriidenina, identificada na espécie *Rollinia leptopetala* R.E. Fries (Annonaceae), estudada por Feitosa et al³⁷.

Geralmente, os melhores resultados, no entanto, são comumente verificados para diferentes classes e subclasses de compostos, como é o caso da piperamida, um alcalóide do tipo piperidínico, segundo a revisão realizada por Gu et al³⁸. Apesar disso, estudos com alcalóides demonstram um amplo espectro de atividades, como propriedades antivirais, antibacterianas, anti-inflamatórias e anticancerígenas. No entanto, a natureza da ação tóxica dos alcalóides sobre insetos ainda é insuficientemente descrita

CONCLUSÃO

O extrato metanólico das folhas de *Guatteria punctata* apresentou um perfil químico diverso, com 20 alcaloides identificados, predominantemente das classes benzilisoquinolina, aporfina e oxoaporfina. Embora o extrato tenha demonstrado atividade larvica contra o *Aedes aegypti*, sua eficácia foi relativamente modesta, particularmente quando comparado aos extratos de sementes, cascas ou óleos essenciais de outras espécies de *Guatteria* ou membros da família Annonaceae. Este estudo fornece a primeira evidência do potencial larvica de *G. punctata*, contribuindo para a compreensão atual das propriedades inseticidas desta espécie amazônica e destacando a necessidade de novas investigações, envolvendo outras partes da planta.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Epidemiologia da Amazônia (INCT-EPIAmo) pelo apoio financeiro (materiais e bolsas de estudo).

REFERÊNCIAS

- Ekundayo O. A review of the volatiles of the Annonaceae. *J Essent Oil Res.* 1989;1(5):223–45. doi: <https://doi.org/10.1080/10412905.1989.9697789>.
- Fournier G, Leboeuf M, Cavé A. Annonaceae essential oils: A review. *J Essent Oil Res.* 1999;11(2):131–42. doi: <https://doi.org/10.1080/10412905.1999.9701092>.
- Sharma G, Rana D, Sundriyal S, Sharma A, Panwar P, Mahindroo N. Plants from Annonaceae family as antimalarials: An ethnopharmacology and phytochemistry review to identify potential lead molecules. *S Afr J Bot.* 2023 Abr; 155: 154–70. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.02.015>.
- Lúcio AS, Almeida JR, Cunha EV, Tavares JF, Barbosa JM Filho. Alkaloids of the Annonaceae: Occurrence and a compilation of their biological activities. *Alkaloids Chem Biol.* 2015;74: 233–409. doi: [10.1016/bs.alkal.2014.09.002](https://doi.org/10.1016/bs.alkal.2014.09.002).
- Jourjine IA, Bauernschmidt C, Müller C, Bracher F. A GC-MS protocol for the identification of polycyclic aromatic alkaloids from Annonaceae. *Molecules.* 2022 Nov; 27(23):8217. doi: [10.3390/molecules27238217](https://doi.org/10.3390/molecules27238217).
- Lima BRD, Silva F, Soares ER, Almeida RAD, Silva-Filho FAD, Barison A, Pinheiro MLB. Abordagem integrativa baseada em espectrometria de massa de pulverização foliar, HPLC-DAD-MS/MS e RMN para caracterização abrangente de alcalóides derivados de isoquinolina em folhas de *Onychopetalum amazonicum* R. E. Fr. *Rev Soc Bras Quím.* 2020; 31: 79–89. doi: <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20190125>.
- Krinski D, Massaroli A, Machado M. Insecticidal potential of the Annonaceae family plants. *Rev Bras Frutic.* 2014; 36(1): 225–42. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452014000500027>.
- Cascaes MM, Carneiro OD, Nascimento LD, Moraes AA, Oliveira MS, Cruz JN, Andrade EH. Essential oils from Annonaceae species from Brazil: A systematic review of their phytochemistry, and biological activities. *Int J Mol Sci.* 2021; 22(22): 12140. doi: <https://doi.org/10.3390/ijms222212140>.
- Aciole SD, Piccoli CF, Duque L, Jonny E, Costa EV, Navarro-Silva MA, Rebelo MT. Insecticidal activity of three species of *Guatteria* (Annonaceae) against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Rev Colomb Entomol.* 2011; 37(2): 262–8.
- Martins MM, Dias ACA, Facundo VA, Lima RA, Meneguetti DUO, Silva AAE. Larvicidal activity of *Maytenus guianensis* (Celastraceae) against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *J Bras Soc Med Trop.* 2021 Apr; 54: e0835. doi: [10.1590/0037-8682-0835-2020](https://doi.org/10.1590/0037-8682-0835-2020).
- Mekapogu, Alpha Raj. Calculating LD50/LC50 using Probit Analysis in EXCEL. WordPress, 7 jul. 2016. Disponível em: <https://probitanalysis.wordpress.com/>. Acesso em: 05 fev. 2025.
- Verpoorte R, Choi YH, Kim HK. Ethnopharmacology and systems biology: A perfect holistic match. *J Ethnopharmacol.* 2005 Aug;100(1-2): 53–6. doi: [10.1016/j.jep.2005.05.033](https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.05.033).
- Chen X-L, Geng C-A, Chen J-J. A fragmentation study of six C21 steroidal aglycones by electrospray ionization ion-trap time-of-flight tandem mass spectrometry. *Nat Prod Commun.* 2015 Dec; 10(12): 2053-8. PMID: 26882663.
- El-Elmait T, Figueroa M, Ehrmann BM, Cech NB, Pearce CJ, Oberlies NH. High-resolution MS, MS/MS, and UV database of fungal secondary metabolites as a dereplication protocol for bioactive natural products. *J Nat Prod.* 2013 Sep; 76(9): 1709–16. doi: [10.1021/np4004307](https://doi.org/10.1021/np4004307).
- Pelletier SW. Alkaloids: Chemical and biological perspectives. Oxford: Pergamon; 1996. v. 10.
- Shamma M, Moniot JL. The isoquinoline alkaloids: Chemistry and pharmacology. New York: Academic Press; 1972.
- Zhou J, Deng Y, Luo F, He Z, Tu Q, Zhi X. Functional molecular ecological networks. *mBio.* 2010 Oct;1(4): e00169–10. doi: [10.1128/mBio.00169-10](https://doi.org/10.1128/mBio.00169-10).
- Waksmundzka-Hajnos M, Sherma J, Kowalska T. Thin layer chromatography in phytochemistry. Boca Raton: CRC Press; 2008.
- Silva-Filho FA, Souza MM, Rezende GO, Silva F, Cruz JC, Silva GF, et al. Screening of alkaloid-producing endophytic *Penicillium* strains from Amazon medicinal plants by electrospray ionization mass spectrometry (ESI-MS) and principal component analysis (PCA). *J Braz Chem Soc.* 2002; 32:1832–9.
- Schmeda-Hirschmann G, Burgos-Edwards A, Jiménez-Aspee F, Mieres-Castro D, Theoduloz C, Pormetter L, et al. Iridoids and amino acid derivatives from the Paraguayan crude drug *Adenocalymma marginatum* (Ysypó hú). *Molecules.* 2020 Jan; 25(1):180. doi: [10.3390/molecules25010180](https://doi.org/10.3390/molecules25010180).
- Avula B, Bae JY, Majrashi T, Wu TY, Wang YH, Wang M, et al. Targeted and non-targeted analysis of annonaceous alkaloids and acetogenins from *Asimina* and *Annona* species using UHPLC-QToF-MS. *J Pharm Biomed Anal.* 2018 Sep; 159: 548–66. doi: [10.1016/j.jpba.2018.07.030](https://doi.org/10.1016/j.jpba.2018.07.030).
- Oliveira AB, Oliveira GG, Carazza F, Maia JGS. Geovanine, a new azaanthracene alkaloid from *Annona ambotay* Aubl. *Phytochemistry.* 1987; 26(9): 2650–1.
- Okano M, Sato M, Kageyama S. Determination of higenamine and coclaurine levels in human urine after the administration of a throat lozenge containing *Nandina domestica* fruit. *Drug Test Anal.* 2017; 9(11–12):1788–93. doi: [10.1002/dta.2258](https://doi.org/10.1002/dta.2258).
- Li Y, Zeng RJ, Chen JZ, Wu YB, Chou GX, Gao Y, Jia L. Pharmacokinetics and metabolism study of isoboldine, a major bioactive component from *Radix Linderae* in male rats by UPLC–MS/MS. *J Ethnopharmacol.* 2015 Aug; 171: 154–60. doi: [10.1016/j.jep.2015.05.042](https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.05.042).
- Yan R, Wang W, Guo J, Liu H, Zhang J, Yang B. Studies on the alkaloids of the bark of *Magnolia officinalis*: Isolation and on-line analysis by HPLC-ESI-MSn. *Molecules.* 2013 Jul; 18(7): 7739–50. doi: [10.3390/molecules18077739](https://doi.org/10.3390/molecules18077739).
- Lima JM, Leme GM, Costa EV, Cass QB. LC-HRMS and acetylcholinesterase affinity assay as a workflow for profiling alkaloids in *Annona salzmannii* extract. *J Chromatogr B.* 2021 Feb; 1164:122493. doi: [10.1016/j.jchromb.2020.122493](https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2020.122493).
- Qing Z, Xu Y, Yu L, Liu J, Huang X, Tang Z, Zeng J. Investigation of fragmentation behaviours of isoquinoline alkaloids by mass spectrometry combined with computational chemistry. *Sci Rep.* 2020 Jan;10(1):733. doi: [10.1038/s41598-019-57406-7](https://doi.org/10.1038/s41598-019-57406-7).
- Carnevale Neto F, Andréo MA, Raftery D, Lopes JLC, Lopes NP, Castro-Gamboa I, Vessecchi R. Characterization of aporphine alkaloids by electrospray ionization tandem mass spectrometry and density functional theory calculations. *Rapid Commun Mass Spectrom.* 2020 Sep; 34(Suppl 3): e8533. doi: [10.1002/rcm.8533](https://doi.org/10.1002/rcm.8533).
- Zhao Y, Wang M, Sun L, Jiang M, Zhao M, Zhao C. Rapid characterization of the chemical constituents of *Sanhua* decoction by UHPLC coupled with Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry. *RSC Adv.* 2020 Jul;10(44): 26109–19. doi: [10.1039/d0ra02264k](https://doi.org/10.1039/d0ra02264k).
- Shangguan Y, He J, Kang Y, Wang Y, Yang P, Guo J, Huang J. Structural characterization of alkaloids in leaves and roots of *Stephania kwangsiensis* by LC-QTOF-MS. *Phytochem Anal.* 2018 Jan; 29(1): 101–11. doi: [10.1002/pca.2718](https://doi.org/10.1002/pca.2718).
- Souza CA, Nardelli VB, Paz WH, Pinheiro ML, Rodrigues AC, Bomfim LM, et al. Asarone-derived phenylpropanoids and isoquinoline-derived alkaloids from *Duguetia pycnastera* (Annonaceae) and their cytotoxicities. *Quim nova.* 2021; 43: 1397–403. doi: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170617>.
- Dantas EP, Monteiro J, Medeiros LSD, Romanelli MM, Amaral M, Tempone AG, et al. Dereplication of aporphine alkaloids by UHPLC-HR-ESI-MS/MS and NMR from *Duguetia lanceolata* St.-Hil (Annonaceae) and antiparasitic activity evaluation. *J Braz Chem Soc.* 2020 Sept; 31(9): 1908–16. doi: <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0835-2020>.

7 *Guatteria punctata* (Annonaceae): Caracterização Química e Potencial Larvicida contra *Aedes aegypti*

org/10.21577/0103-5053.20200089.

33. Carneiro Lúcio ASS. Alcaloides de Annonaceae: ocorrência e compilação de suas atividades biológicas e avaliação fitoquímica e biológica de *Anaxagorea dolichocarpa* Sprague e Sandwith (Annonaceae) [tese]. João Pessoa (PB): Universidade Federal da Paraíba; 2015.

34. Costa EV, Cruz PE, Pinheiro ML, Marques FA, Ruiz AL, Marchetti GM, Maia BH. Aporphine and tetrahydroprotoberberine alkaloids from the leaves of *Guatteria friesiana* (Annonaceae) and their cytotoxic activities. *J Braz Chem Soc.* 2013 May; 24(5): 788–96. doi: <https://doi.org/10.5935/0103-5053.20130103>.

35. Cunha SL, Gualberto SA, Carvalho KS, Fries DD. Avaliação da atividade larvicida de extratos obtidos do caule de *Croton linearifolius* Mull. Arg. (Euphorbiaceae) sobre larvas de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera

Culicidae). *Biotemas.* 2014; 27(2): 79–85. doi: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2014v27n2p79>.

36. Garcez WS, Garcez FR, Silva LM, Sarmiento UC. Substâncias de origem vegetal com atividade larvicida contra *Aedes aegypti*. *Rev Virtual Quím.* 2013; 5(3): 363–93. doi: [10.5935/1984-6835.20130034](https://doi.org/10.5935/1984-6835.20130034).

37. Feitosa EMA, Arriaga ÂMC, Santiago GMP, de Lemos TLG, de Oliveira MCF, Vasconcelos JN, et al. Chemical composition and larvicidal activity of *Rollinia leptopetala* (Annonaceae). *J Braz Chem Soc.* 2009; 20(2): 375–8. doi: [10.1590/S0103-50532009000200029](https://doi.org/10.1590/S0103-50532009000200029).

38. Gu GJ, Yang YN, Zhang F, Tao LL, Hao XJ, Yuan CM. Critical review on biological effects and mechanisms of amide alkaloids in *Piper nigrum* and *Piper longum*. *Food Med Homology.* 2025: 1-22. doi: [10.26599/FMH.2026.9420083](https://doi.org/10.26599/FMH.2026.9420083).

Como citar este artigo/ How to cite this article:

Dias EG, Pacheco VB. Caracterização Química e Efeito Larvicida sobre *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) do Extrato Bruto Metanólico de Folhas de *Guatteria punctata* (Annonaceae). *J Health Biol Sci.* 2025; 13(1):e5978.