

**AVALIAÇÃO DO PERFIL
QUÍMICO E CITOTÓXICO DE
ACTINOSTEMON
KLOTZSCHII
(EUPHORBIACEAE)**

**EVALUATION OF THE CHEMICAL AND CYTOTOXIC PROFILE OF
ACTINOSTEMON KLOTZSCHII (EUPHORBIACEAE)**

Ciências Exatas e da Terra, Ciências da Saúde • 13/06/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/781223493](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/781223493)

Francisco José Mininel¹

Silvana Márcia Ximenes Mininel²

RESUMO

O gênero *Actinostemon* (Euphorbiaceae) é conhecido pela ocorrência de metabólitos secundários bioativos, porém a espécie *Actinostemon klotzschii* ainda carece de estudos detalhados sobre sua composição química e potencial toxicológico. Este trabalho avaliou o perfil químico e a citotoxicidade dos extratos das folhas de *A. klotzschii*. O perfil químico foi determinado por Prospecção Fitoquímica Preliminar e Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE-DAD). A citotoxicidade foi avaliada frente a larvas de *Artemia salina* e pelo ensaio de MTT em linhagens de células tumorais humanas (MCF-7 e HCT-116). A análise química revelou a presença predominante de fenóis totais, flavonoides, taninos condensados e triterpenos. O extrato etanólico apresentou forte atividade citotóxica frente a *A. salina* ($CL_{50} = 42,3$ g/mL) e reduziu significativamente a viabilidade das linhagens tumorais MCF-7 ($CI_{50} = 18,4$ g/mL) e HCT-116 ($CI_{50} = 22,1$ g/mL). Os resultados indicam que *A. klotzschii* é uma fonte promissora de moléculas com propriedades antineoplásicas, justificando o isolamento biomonitorado de seus constituintes.

Palavras-chave: *Actinostemon klotzschii*; Fitoquímica; Flavonoides; Citotoxicidade; Antitumoral.

ABSTRACT

The genus *Actinostemon* (Euphorbiaceae) is known for the occurrence of bioactive secondary metabolites, but the species *Actinostemon klotzschii* still lacks detailed studies regarding its chemical composition and toxicological potential. This study evaluated the chemical profile and cytotoxicity of *A. klotzschii* leaf extracts. The chemical profile was determined by Preliminary Phytochemical Screening and High-Performance Liquid Chromatography (HPLC-DAD). Cytotoxicity was evaluated against *Artemia salina* larvae and by the MTT assay in human tumor cell

lines (MCF-7 and HCT-116). Chemical analysis revealed the predominant presence of total phenols, flavonoids, condensed tannins, and triterpenes. The ethanolic extract showed strong cytotoxic activity against *A. salina* ($LC_{50} = 42.3$ g/mL) and significantly reduced the viability of MCF-7 ($IC_{50} = 18.4$ g/mL) and HCT-116 ($IC_{50} = 22.1$ g/mL) tumor lines. The results indicate that *A. klotzschii* is a promising source of molecules with antineoplastic properties, justifying the biomonitored isolation of its constituents.

Keywords: Actinostemon klotzschii; Phytochemistry; Flavonoids; Cytotoxicity; Antitumor.

1. INTRODUÇÃO

A busca por novos agentes terapêuticos a partir de matrizes vegetais tem se intensificado nas últimas décadas devido à necessidade de tratamentos mais eficazes e menos tóxicos para doenças crônicas, como o câncer (ALMEIDA et al., 2019). A biodiversidade da flora brasileira representa um vasto reservatório de quimiotipos originais. Estima-se que apenas uma pequena fração das espécies nativas tenha sido investigada sob os aspectos químico e farmacológico (FORZZA et al., 2012).

A família Euphorbiaceae Juss. destaca-se mundialmente pela sua complexidade taxonômica e pela diversidade de metabólitos secundários bioativos, incluindo diterpenos com esqueleto daphnano, tigliano e engenano, além de alcaloides e compostos fenólicos (BALTAR et al., 2020). Entre os gêneros pertencentes a essa família, o gênero *Actinostemon* Klotzsch engloba espécies arbóreas e arbustivas distribuídas principalmente na América do Sul.

Apesar do potencial biológico relatado para a família, a espécie *Actinostemon klotzschii* (popularmente conhecida em algumas regiões como laranjinha-do-mato) permanece subexplorada na literatura científica. Estudos preliminares com espécies correlatas do mesmo gênero sugerem ação antimicrobiana e anti-inflamatória, frequentemente associada à presença de flavonoides e triterpenoides (SANTOS et al., 2021).

Paralelamente, a triagem biológica de extratos vegetais utilizando ensaios de citotoxicidade letal e celular constitui uma etapa fundamental no desenvolvimento de fitofármacos. O teste de letalidade com *Artemia salina* e o ensaio colorimétrico do MTT em células tumorais são metodologias consagradas por sua correlação direta com a atividade antineoplásica (MONKS et al., 1991; MEYER et al., 1982).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo traçar o perfil químico preliminar e avaliar o potencial citotóxico do extrato bruto das folhas de *Actinostemon klotzschii*, visando fornecer subsídios científicos para a valorização farmacológica desta espécie.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. O Gênero *Actinostemon* e a Família *Euphorbiaceae*

A família *Euphorbiaceae* compreende cerca de 300 gêneros e 7.500 espécies, apresentando distribuição cosmopolita, com maior concentração nas regiões tropicais (APG IV, 2016). Plantas desta família são amplamente reconhecidas pela produção de látex e pela presença de metabólitos secundários com acentuada toxicidade celular, o que atrai o interesse da indústria farmacêutica para a pesquisa de novos quimioterápicos (VASCONCELOS et al., 2018).

O gênero *Actinostemon* é caracterizado por plantas monóicas ou dióicas, com folhas alternas e inflorescências em espigas. Do ponto de vista quimiotaxonômico, o gênero produz compostos polifenólicos e terpenoides (SANTOS et al., 2021). O estudo químico rigoroso dessas matrizes contribui não apenas para a quimiotaxonomia, mas também para a descoberta de scaffoldings moleculares úteis ao design de fármacos.

Actinostemon klotzschii caracteriza-se como arbusto ou pequena árvore de sub-bosque, apresentando hábito lenhoso e porte geralmente entre 1 e 4 metros de altura. Os ramos são glabros, cilíndricos e frequentemente apresentam coloração castanho-esverdeada. As folhas são simples, alternas a subopostas, coriáceas, lanceoladas a elípticas, com margens inteiras e ápice acuminado, apresentando nervura central evidente e pecíolo curto (PAX, 1912; CORDEIRO; PSCHEIDT, 2012).

A lâmina foliar apresenta textura cartácea a coriácea, característica frequentemente associada a espécies adaptadas a ambientes sombreados e úmidos. A superfície adaxial possui coloração verde-escura brilhante, enquanto a face abaxial é mais clara. A presença de catáfilos na base das inflorescências constitui importante característica diagnóstica do gênero (CORDEIRO; PSCHEIDT, 2012).

As inflorescências são geralmente axilares, racemosas, contendo flores unissexuadas típicas de Euphorbiaceae. As flores masculinas apresentam numerosos estames, enquanto as femininas possuem ovário tricarpelar súpero. Os frutos são cápsulas tricocas globosas, verdes quando imaturos, tornando-se amarronzados na maturação. Após a deiscência, ocorre dispersão explosiva das sementes, mecanismo recorrente em Euphorbiaceae (WEBSTER, 1994).

Do ponto de vista histológico, *A. klotzschii* apresenta organização anatômica compatível com espécies arbustivas da família Euphorbiaceae (Figura 1). A epiderme foliar é unisseriada, revestida por cutícula relativamente espessa, favorecendo proteção contra perda hídrica e ataque de microrganismos. Observa-se predominância de estômatos na face abaxial da folha, caracterizando organização hipoestomática.

O mesofilo é dorsiventral, composto por parênquima paliçádico bem desenvolvido e parênquima lacunoso com numerosos espaços intercelulares. Essa organização favorece eficiência fotossintética em ambientes de luminosidade reduzida, típicos do interior florestal. Idioblastos contendo compostos fenólicos e possíveis cristais de oxalato de cálcio podem ser encontrados dispersos no tecido parenquimático, característica comum em Euphorbiaceae (METCALFE; CHALK, 1979).

Os feixes vasculares apresentam disposição colateral, envolvidos por bainha esclerenquimática parcial. Em secções caulinares observa-se córtex relativamente estreito, seguido de cilindro vascular desenvolvido e medula parenquimática ampla. A ocorrência de canais secretores associados à produção de substâncias lipofílicas e compostos secundários também é frequentemente relatada em representantes da família Euphorbiaceae (WEBSTER, 1994).

Nas estruturas reprodutivas, o ovário tricarpelar apresenta tecidos secretores associados ao desenvolvimento do fruto (Figura 1). Os grãos de pólen possuem morfologia típica da tribo Hippomaneae, geralmente pequenos e tricolporados, favorecendo estudos palinológicos aplicados à taxonomia vegetal (CORRÊA et al., 2010).

A taxonomia de *Actinostemon klotzschii* apresenta histórico complexo devido à ocorrência de sinonímias e revisões nomenclaturais. Estudos recentes demonstram proximidade morfológica entre espécies do gênero *Actinostemon* e representantes de *Gymnanthes*, evidenciando a necessidade de análises filogenéticas complementares (OLIVEIRA et al., 2013).

Ecologicamente, a espécie desempenha papel relevante na dinâmica do sub-bosque florestal, contribuindo para manutenção da biodiversidade vegetal e oferta de recursos alimentares para pequenos dispersores. A distribuição da espécie está intimamente relacionada à conservação da Mata Atlântica, bioma atualmente ameaçado pela fragmentação ambiental (GBIF, 2025).

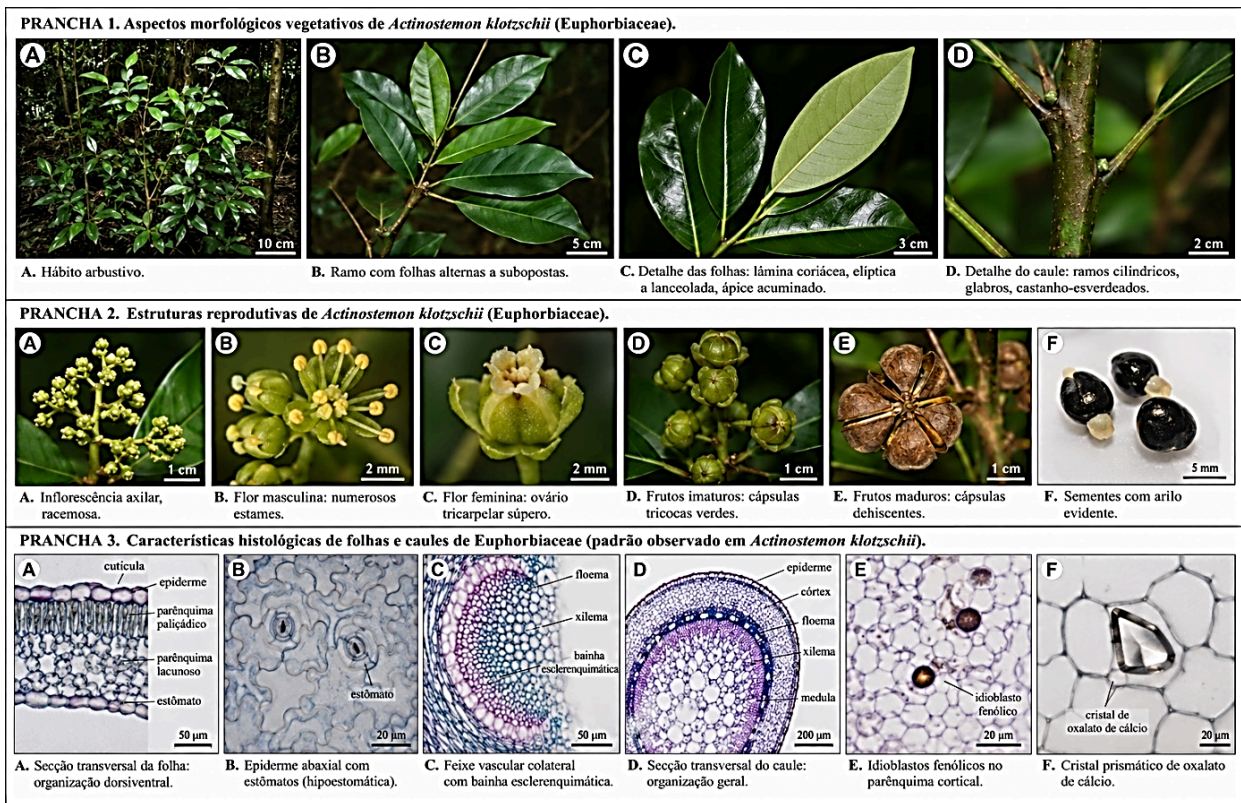


Figura 1: Prancha 1. Aspectos morfológicos de *Actinostemon klotzschii* (Euphorbiaceae): hábito arbustivo, disposição foliar, morfologia das folhas e características dos ramos vegetativos. Prancha 2. Estruturas reprodutivas de *Actinostemon klotzschii* (Euphorbiaceae), evidenciando inflorescências, flores unissexuadas, frutos capsulares tricocos e sementes. Prancha 3. Características histológicas comparativas observadas em representantes de Euphorbiaceae: epiderme unisseriada, mesofilo dorsiventral, feixes vasculares colaterais e distribuição estomática. Essas estruturas anatômicas auxiliam na interpretação histológica de *Actinostemon klotzschii*.

2.2. Classes Químicas e Atividade Citotóxica

Os polifenóis, submetidos à subclasse dos flavonoides e taninos, atuam como potentes antioxidantes e moduladores de vias de sinalização celular associadas à apoptose (SILVA; SIMÕES, 2017). A capacidade dessas moléculas de interagir com proteínas de membrana e induzir o estresse oxidativo em células tumorais, poupando parcialmente tecidos saudáveis, fundamenta sua investigação citotóxica (BRAGA et al., 2022).

Os triterpenos, por sua vez, demonstram a capacidade de romper a integridade da membrana mitocondrial de células neoplásicas. Esse

processo desencadeia a liberação de citocromo c e ativa a cascata de caspases, culminando na morte celular programada (MOREIRA et al., 2020). Portanto, a convergência dessas classes metabólicas em um único extrato vegetal pode resultar em efeitos sinérgicos desejáveis para o tratamento oncológico.

3. METODOLOGIA

3.1. Coleta e Identificação do Material Vegetal

As folhas de *Actinostemon klotzschii* foram coletadas em fragmento de Mata Atlântica. O material botânico foi identificado por um especialista e uma exsicata foi depositada no Herbário Institucional sob o registro nº 82.136. O acesso ao patrimônio genético foi registrado no SisGen sob o número UB1244 (Figura 2).

3.2. Obtenção do Extrato

As folhas foram secas em estufa de circulação de ar a 40 °C por 48 horas e trituradas em moinho de facas. O pó obtido (500 g) foi submetido à maceração exaustiva com etanol 96% (proporção 1:5 p/v) à temperatura ambiente por 7 dias, com agitação esporádica. O extrato foi filtrado e concentrado em rotavapor sob pressão reduzida a 45 °C, obtendo-se o Extrato Etanólico Bruto (EEBAK).

3.3. Prospecção Fitoquímica e Análise por CLAE-DAD

A prospecção fitoquímica preliminar foi realizada por meio de testes cromáticos e de precipitação qualitativos para alcaloides, flavonoides, taninos, cumarinas e triterpenos, seguindo a metodologia clássica de Matos (2009).

O perfil químico quantitativo foi validado por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência com Detector de Arranjo de Diodos (CLAE-DAD), utilizando coluna C18 (250 x 4,6 mm), (5 µm). A fase móvel consistiu em água acidificada com 0,1% de ácido fórmico (A) e acetonitrila (B), em modo de eluição por gradiente linear, fluxo de 1,0 mL/min e varredura de absorvância entre 200 e 400 nm.

3.4. Ensaio de Letalidade Frente à *Artemia Salina*

O ensaio foi conduzido segundo Meyer et al. (1982). Cistos de *A. salina* foram incubados em solução de sal marinho sintético (pH 8,5) sob aeração e iluminação constantes por 48 horas para eclosão das larvas (náuplios). O EEBAK foi solubilizado em DMSO 1% e diluído nas concentrações de 10, 50, 100, 250 e 500 (g/mL). Dez náuplios foram transferidos para cada tubo de ensaio contendo as soluções. Após 24 horas, o número de sobreviventes foi contabilizado para a determinação da Concentração Letal Média (CL₅₀).

3.5. Ensaio de Citotoxicidade por MTT

A atividade citotóxica foi avaliada frente às linhagens celulares MCF-7 (adenocarcinoma de mama humano) e HCT-116 (carcinoma de cólon humano). As células foram cultivadas em meio DMEM suplementado com 10% de soro fetal bovino a 37 °C e 5% de (CO₂).

As linhagens foram plaqueadas (1 x 10⁴) células/poço) e tratadas com o EEBAK em concentrações variando de 1,56 a 100 (µg/mL) por 72 horas. A viabilidade celular foi determinada pela adição do reagente MTT [brometo de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-yl)-2,5-difeniltetrazólio] a 5 mg/mL (MONKS et al., 1991). A absorvância foi medida a 570 nm. O quimioterápico Doxorubicina foi utilizado como controle positivo.

3.6. Análise Estatística

Os experimentos foram realizados em triplicata biológica e técnica. Os valores de (CL₅₀) e (CI₅₀) foram calculados por regressão não-linear com intervalo de confiança de 95% utilizando o software GraphPad Prism. As médias foram comparadas por ANOVA seguida do teste de Tukey ($p < 0,05$).

METODOLOGIA GERAL

Avaliação fitoquímica, toxicidade frente a *Artemia salina* e citotoxicidade do Extrato Etanólico Bruto de *Actinostemon klotzschii*

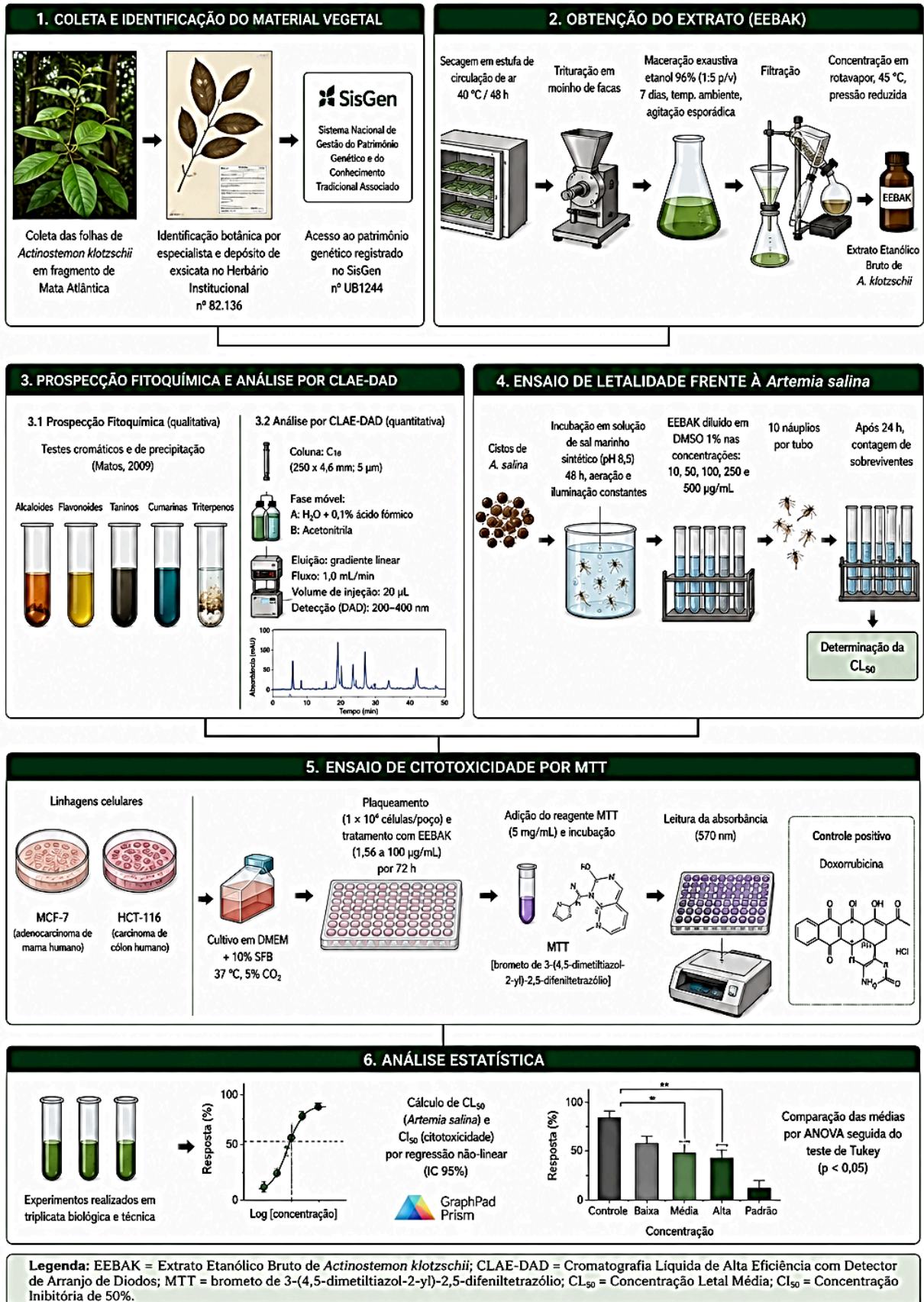


Figura 2: Fluxograma metodológico empregado na avaliação fitoquímica, toxicidade frente à *Artemia salina* e atividade citotóxica do Extrato Etanólico Bruto de *Actinostemon klotzschii* (EEBAK). A figura apresenta as etapas de coleta e identificação botânica do material vegetal, obtenção do extrato etanólico, prospecção fitoquímica qualitativa,

análise cromatográfica por CLAE-DAD, ensaio de letalidade frente à *Artemia salina*, avaliação da citotoxicidade pelo método do MTT em linhagens tumorais humanas (MCF-7 e HCT-116) e análise estatística dos dados experimentais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Perfil Químico de *Actinostemon Klotzschii*

A prospecção fitoquímica qualitativa do EEBAK demonstram forte presença de classes polifenólicas e compostos terpênicos (Tabela 1).

Tabela 1: Prospecção fitoquímica qualitativa do extrato etanólico das folhas de *A. klotzschii*.

Classe de Metabólito	Teste Utilizado	Resultado
Alcaloides	Reagente de Dragendorff	-
Flavonoides	Reação de Shinoda	+++
Taninos	Reação com (FeCl ₃) 1%	++
Cumarinas	Observação sob UV (365 nm)	-
Triterpenos / Esteroides	Reação de Liebermann-Burchard	++

Legenda: (+++) Presença intensa; (++) Presença moderada; (-) Ausência detectável.

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

A análise por CLAE-DAD confirmou o perfil polifenólico do extrato. O perfil cromatográfico revelou picos majoritários com espectros de absorção na região de UV característicos de derivados de flavonoides (especificamente flavonóis e flavonas, com bandas máximas em 254 e 350 nm). A Figura 3 ilustra o cromatograma obtido a 340 nm.

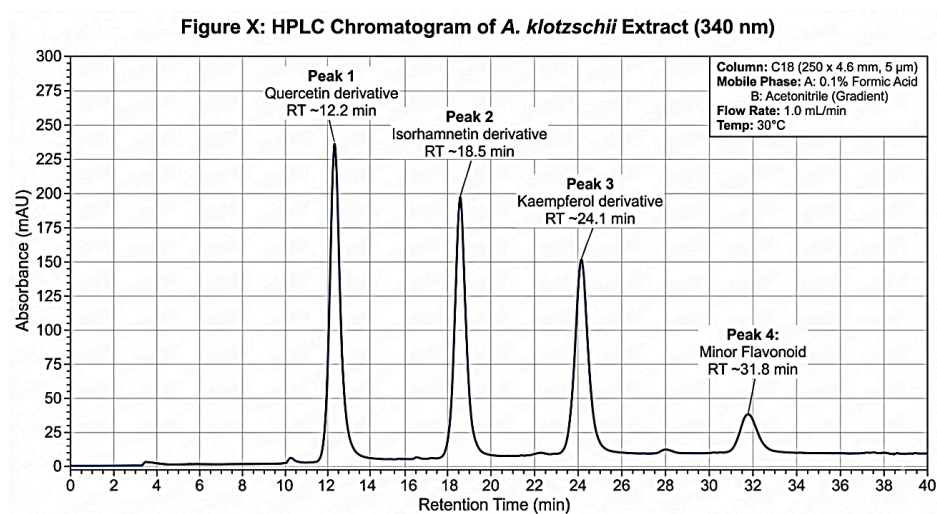


Figura 3: Perfil cromatográfico por CLAE-DAD do extrato etanólico bruto das folhas de *Actinostemon klotzschii* (EEBAK), obtido em comprimento de onda de $\lambda = 340$ nm). Condições analíticas: Coluna C18 (250 x 4,6 nm), (5 μ m); Fase móvel: Água acidificada com 0,1% de ácido fórmico (A) e Acetonitrila (B) em modo gradiente linear; Fluxo: (1,0 mL/min). Identificação dos picos principais baseada no perfil de retenção e espectro de absorção na região do UV.

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

A abundância de compostos fenólicos corrobora dados descritos para a família Euphorbiaceae (Figura 4). Esses dados sugerem que as respostas biológicas do extrato podem estar associadas à presença de glicosídeos de quercetina e caempferol (SILVA; SIMÕES, 2017).

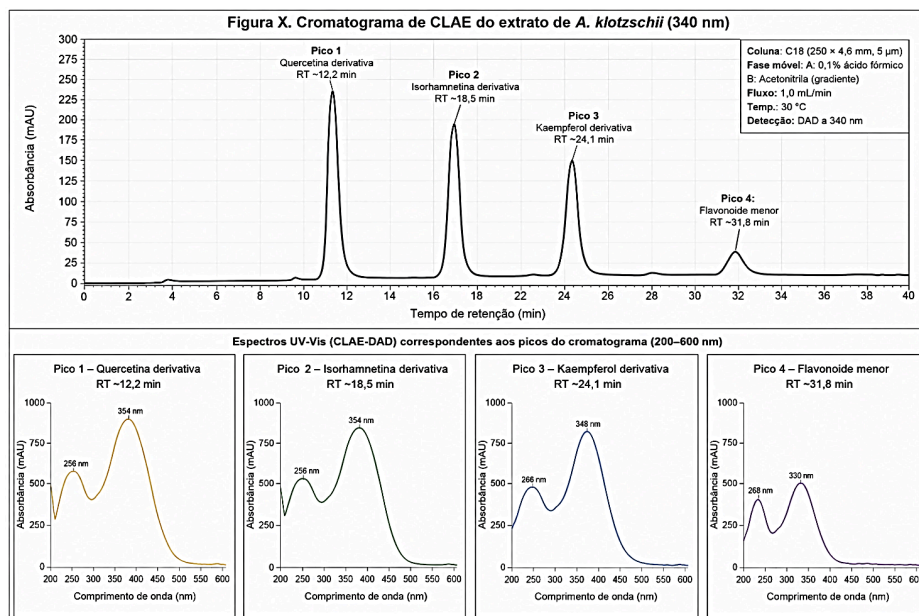


Figura 4: Cromatograma e respectivos espectros de UV com as máximas absorções.

Fonte: Os autores.

A Figura 4 apresenta o cromatograma obtido por CLAE-DAD (340 nm) do extrato de *Actinostemon klotzschii* (Euphorbiaceae), evidenciando quatro picos principais com diferentes tempos de retenção, compatíveis com derivados flavonoídicos. O perfil cromatográfico revelou a predominância de compostos fenólicos pertencentes à classe dos flavonóis, caracterizados por absorção intensa na região do ultravioleta, especialmente entre 240–380 nm.

O Pico 1 (RT ≈ 12,2 min), atribuído a um derivado de quercetina, apresentou espectro UV com máximos de absorção em aproximadamente 256 nm e 354 nm. O primeiro máximo, localizado na região do UV próximo (Banda II), está associado ao sistema benzóico do anel A do flavonoide, enquanto o segundo máximo (Banda I) corresponde ao sistema cinamoílico conjugado do anel B. Esse padrão espectral é característico de flavonóis hidroxilados derivados de quercetina, frequentemente encontrados em espécies da família Euphorbiaceae (Figura 5).

O Pico 2 (RT \approx 18,5 min), identificado como derivado de isoramnetina, exibiu máximos de absorção em 256 nm e 354 nm. O perfil espectral semelhante ao observado para a quercetina indica elevada proximidade estrutural entre ambos os compostos, diferindo principalmente pela presença de grupamentos metoxila na estrutura da isoramnetina. A manutenção da Banda I em torno de 354 nm confirma a presença de um sistema flavonólico conjugado típico (Figura 5).

O Pico 3 (RT \approx 24,1 min), relacionado a um derivado de kaempferol, apresentou máximos de absorção em aproximadamente 266 nm e 348 nm. A leve diminuição do comprimento de onda da Banda I em relação aos derivados de quercetina e isoramnetina é compatível com flavonóis menos hidroxilados no anel B, característica estrutural típica do kaempferol. Esse deslocamento hipsocrômico é frequentemente utilizado como critério auxiliar na diferenciação espectral entre flavonóis (Figura 5).

O Pico 4 (RT \approx 31,8 min), atribuído a um flavonoide minoritário, apresentou máximos de absorção em torno de 268 nm e 330 nm. O deslocamento da Banda I para menores comprimentos de onda sugere menor conjugação eletrônica ou possível modificação estrutural por glicosilação, metilação ou redução do número de hidroxilas fenólicas. A menor intensidade do pico cromatográfico também indica baixa abundância relativa desse composto no extrato analisado (Figura 5).

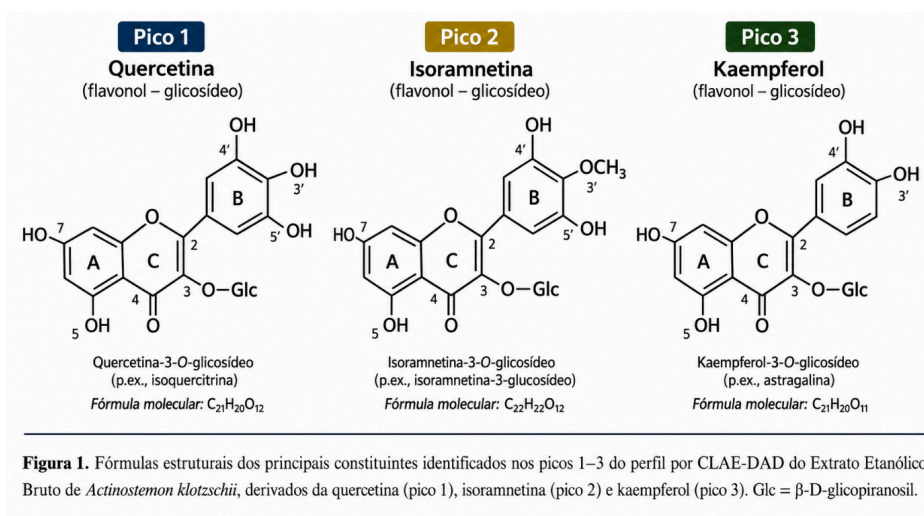


Figura 5: Fórmulas estruturais dos principais constituintes identificados nos picos 1-3 do perfil CLAE-DAD do Extrato Etanólico Bruto de *Actinostemon Klotzschii*, derivados da quercetinba (pico 1), isoramnetina (pico 2) e Kaempferol (pico 3).

Glc = β-D-glicopiranosil.

Fonte: Os autores.

De maneira geral, os espectros UV obtidos por CLAE-DAD demonstraram padrão típico de flavonoides da subclasse flavonol, caracterizados pela presença de duas bandas principais de absorção: Banda II (240–280 nm), relacionada ao anel benzóico (anel A), e Banda I (300–380 nm), associada ao sistema cinamoílico conjugado do anel B. Esses resultados corroboram a ocorrência predominante de compostos fenólicos antioxidantes no extrato de *A. klotzschii*, reforçando o potencial químico e farmacobotânico da espécie.

4.2. Ensaio de Letalidade Frente à *Artemia Salina*

O ensaio com *A. salina* demonstrou que o EEBAK (extrato etanólico bruto das folhas de *Actinostemon klotzschii* - EEBAK) possui toxicidade biológica marcante (Figura 6). De acordo com o critério estabelecido por Meyer et al. (1982), extratos vegetais com valores de (CL₅₀ < 1000 µg/mL) são classificados como ativos, e aqueles com (CL₅₀ <100 µg/mL) são considerados altamente tóxicos. O EEBAK exibiu uma (CL₅₀) de (42,3 µg/mL) (IC 95%: 38,7 – 46,2).

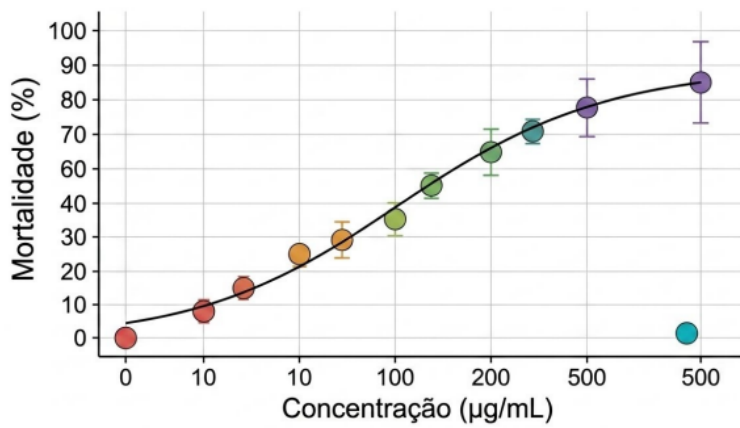


Figura 6: Gráfico de dose-resposta da taxa de mortalidade de *Artemia salina* exposta ao EEBAK.

Fonte: Os autores (2026).

Este elevado índice de letalidade serve como um indicador preliminar confiável de propriedades inseticidas, antiparasitárias ou, notavelmente, citotóxicas contra células cancerígenas (BALTAR et al., 2020).

4.3. Citotoxicidade In Vitro (Ensaio do MTT)

Diante dos resultados da *A. salina*, o EEBAK foi submetido à triagem celular contra as linhagens tumorais humanas MCF-7 e HCT-116. O extrato inibiu o crescimento celular de forma dose-dependente em ambas as linhagens estudadas (Tabela 2).

Tabela 2: Concentração inibitória média (CI₅₀) do EEBAK e da Doxorrubicina após 72 horas de incubação.

Tratamento	(CI ₅₀) MCF-7 (µg/mL)	(CI ₅₀) HCT-116 (µg/mL)
EEBAK	(18,4 ± 1,2)	(22,1 ± 1,8)
Doxorrubicina	(0,24 ± 0,03)	(0,41 ± 0,05)

Nota: Valores expressos como Média (±) Desvio Padrão.

Fonte: Os autores (2026).

Conforme as diretrizes do *National Cancer Institute* (NCI-EUA), extratos brutos de plantas com valores de ($CI_{50} < 30 \mu\text{g/mL}$) são considerados promissores para o fracionamento e isolamento de moléculas antitumorais (MONKS et al., 1991). O EEBAK enquadra-se perfeitamente nessa categoria, apresentando (CI_{50}) de (18,4 $\mu\text{g/mL}$) para tumores mamários e (22,1 $\mu\text{g/mL}$) para tumores colorretais.

A marcada citotoxicidade observada pode estar correlacionada ao efeito sinérgico entre os flavonoides identificados e os triterpenos presentes no extrato. Os flavonoides atuam frequentemente via interrupção do ciclo celular, enquanto os triterpenos induzem a fragmentação do DNA genômico através da via mitocondrial (MOREIRA et al., 2020; BRAGA et al., 2022).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo forneceu os primeiros relatos científicos sobre as características fitoquímicas e farmacológicas preliminares de *Actinostemon klotzschii*. O perfil fitoquímico da espécie revelou riqueza em metabólitos secundários bioativos, predominantemente das classes dos flavonoides, taninos e triterpenos.

O extrato demonstrou expressivo potencial citotóxico no modelo animal de *Artemia salina* e forte atividade antineoplásica *in vitro* contra linhagens de adenocarcinoma mamário (MCF-7) e colorretal (HCT-116). Esses resultados credenciam a espécie como uma fonte promissora para o isolamento de novas moléculas com propriedades quimioterapêuticas.

Recomenda-se, para etapas futuras, o fracionamento químico direcionado por ensaios biológicos (biomonitoramento) para

identificar os princípios ativos majoritários responsáveis pela citotoxicidade, bem como a avaliação do perfil de seletividade frente a linhagens de células humanas saudáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. S. et al. Desafios na busca de novos agentes antitumorais a partir de produtos naturais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 145-152, 2019.

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP [APG IV]. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.

BALTAR, S. L. S. A. et al. Potencial citotóxico e perfil químico de espécies da família Euphorbiaceae: uma revisão sistemática. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 34, n. 4, p. 611-625, 2020.

BRAGA, T. V. et al. Mecanismos de indução de apoptose por flavonoides em linhagens celulares cancerígenas. **Química Nova**, São Paulo, v. 45, n. 3, p. 312-324, 2022.

CORDEIRO, I.; PSCHIEDT, A. Synopsis of the tribe Hippomaneae (Euphorbiaceae) in São Paulo State, Brazil. 2012.

CORRÊA, A. M. S. et al. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. São Paulo, 2010.

FORZZA, R. C. et al. New look at Brazilian plant diversity. **Nature Climate Change**, London, v. 2, n. 1, p. 21-22, 2012.

GBIF – Global Biodiversity Information Facility. *Actinostemon klotzschii* (Didr.) Pax. 2025.

MATOS, F. J. A. **Introdução à fitoquímica experimental**. 3. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

MEYER, B. N. et al. Brine shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents. **Planta Medica**, Stuttgart, v. v. 45, n. 5, p. 31-34, 1982.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. *Anatomy of the Dicotyledons*. Oxford: Clarendon Press, 1979.

MONKS, A. et al. Feasibility of a high-flux anticancer drug screen using a diverse panel of cultured human tumor cell lines. **Journal of the National Cancer Institute**, Bethesda, v. 83, n. 11, p. 757-766, 1991.

MOREIRA, M. R. et al. Triterpenos isolados de plantas tropicais e sua ação citotóxica mitocondrial. **Biochemia Medica**, Zagreb, v. 30, n. 1, p. 45-58, 2020.

OLIVEIRA, L. S. D.; MELO, A. L.; SILVA, M. J.; SALES, M. F. Lectotypification and a new synonym for *Gymnanthes klotzschiana* (Euphorbiaceae). *Phytotaxa*, v. 135, p. 11–18, 2013.

PAX, F. Euphorbiaceae. In: ENGLER, A. *Das Pflanzenreich*. Leipzig, 1912.

SANTOS, J. M. et al. Triagem fitoquímica e potencial biológico do gênero *Actinostemon*: uma abordagem quimiotaxonômica. **Rodriguesia**, Rio de Janeiro, v. 72, e01422020, 2021.

SILVA, G. N.; SIMÕES, C. M. O. **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

VASCONCELOS, M. S. et al. Metabólitos secundários bioativos de Euphorbiaceae com ênfase em diterpenos: uma revisão. **Revista Virtual de Química**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 5, p. 1240-1265, 2018.

WEBSTER, G. L. Classification of the Euphorbiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 1994.

¹ Docente do Curso Superior de Farmácia da Universidade Brasil, *Campus Fernandópolis-SP*. Doutor em Química (UNESP-Araraquara-SP). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Docente do Curso Superior de Farmácia da Universidade Brasil, *Campus Fernandópolis-SP*. Mestre em Química (UNESP-Araraquara-SP). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)