

# PERFIL QUÍMICO E ATIVIDADE ACARICIDA *IN SILICO* E *IN VITRO* DO ÓLEO ESSENCIAL DAS FOLHAS DE *PEPEROMIA PELLUCIDA* (L.) KUNTH COLETADAS EM ITACOATIARA

*CHEMICAL PROFILE AND IN SILICO AND IN VITRO ACARICIDAL ACTIVITY OF THE ESSENTIAL OIL FROM THE LEAVES OF PEPEROMIA PELLUCIDA (L.) KUNTH COLLECTED IN ITACOATIARA*

Mateus Feitosa Santos<sup>1</sup>  
Rhanna Victória Amaral da Silva<sup>2</sup>  
Eldon Carlos dos Santos Colares<sup>3</sup>  
Anyele Ramos da Silva<sup>4</sup>  
Nairze Saldanha Santos<sup>5</sup>  
Juciane Carvalho Afilhado<sup>6</sup>  
Flávio Nogueira da Costa<sup>7</sup>  
Kevin Christophe Peixoto Pereira Barros<sup>8</sup>  
Victor Celso Cavalcanti Capibaribe<sup>9</sup>

## Resumo

Os produtos naturais vêm sendo utilizados pela humanidade desde os tempos remotos, pois a busca pelo alívio e cura de enfermidades através da ingestão de ervas e folhas foi uma das primeiras formas de utilização desses produtos. No estudo das plantas medicinais destacam-se alguns produtos como os extratos e óleos essenciais, que são ricos em compostos oriundos do metabolismo secundário vegetal, os quais podem inibir o desenvolvimento de fungos, bactérias e ácaros. O objetivo deste artigo foi avaliar a atividade acaricida *in silico* e *in vitro* do óleo essencial de *Peperomia pellucida* (L.) Kunth sobre *Suidasia pontifica*. As folhas de *Peperomia pellucida* foram coletadas no Horto Florestal em Itacoatiara. O óleo essencial foi extraído por Hidrodestilação em aparelho de Clevenger e calculou-se o rendimento. A análise foi realizada em CG-EM. O óleo essencial foi administrado nas concentrações de 2, 4, 6, 8 e 10 µL/L de ar. O ensaio *in silico* foi realizado usando os compostos majoritários da *Peperomia pellucida* (L.) Kunth frente a enzima acetilcolinesterase. O óleo essencial apresentou atividade acaricida *in silico* e *in vitro*. Devem ser realizados testes complementares a fim de elucidar o mecanismo de ação usado pelo óleo essencial da *Peperomia pellucida* (L.) Kunth.

**Palavras-chave:** *peperomia*; óleo essencial; *suidasia*; acetilcolinesterase.

## Abstract

The utilization of natural products by humankind dates back to antiquity, with the ingestion of herbs and leaves serving as a primary means of addressing ailments. In the study of medicinal plants, certain products have been identified as notable sources of bioactive compounds, including essential oils and extracts, which are abundant in secondary plant metabolites capable of impeding the proliferation of fungi, bacteria, and mites. The present study aims to evaluate the *in silico* and *in vitro* acaricidal activity of the essential oil of *Peperomia pellucida* (L.) Kunth on *Suidasia pontifica*. The leaves of *Peperomia pellucida* were collected in the Horto Florestal in Itacoatiara. The essential oil was extracted by hydrodistillation in a Clevenger apparatus, and the yield was calculated. The analysis was carried out using GC-MS. The essential oil was administered at concentrations of 2, 4, 6, 8, and 10 µL/L of air. The *in silico* test was carried out using the major compounds of *Peperomia pellucida* (L.) Kunth against the enzyme acetylcholinesterase. The essential oil demonstrated acaricidal activity both *in silico* and *in vitro*. Further tests are necessary to elucidate the mechanism of action employed by the essential oil of *Peperomia pellucida* (L.) Kunth.

**Keywords:** *peperomia*; essential oil; *suidasia*; acetylcholinesterase.

<sup>1</sup> Farmacêutico Generalista, UFAM-ICET, Farmácia, [mateusfeitosa035@gmail.com](mailto:mateusfeitosa035@gmail.com)

<sup>2</sup> Farmacêutica Generalista, TAE, UFAM-ICET, Farmácia, [rhana2011@gmail.com](mailto:rhana2011@gmail.com)

<sup>3</sup> Farmacêutico- Instituto Esperança de Ensino Superior, Santarém, Farmácia, [eldon.colares@hotmail.com](mailto:eldon.colares@hotmail.com)

<sup>4</sup> Farmacêutica Generalista, UFAM-ICET, Farmácia, [anyramos666@gmail.com](mailto:anyramos666@gmail.com)

<sup>5</sup> Farmacêutica Generalista, UniNorte, Farmácia, [nairze05@gmail.com](mailto:nairze05@gmail.com)

<sup>6</sup> Farmacêutica Generalista, UFAM-ICET, Farmácia, [jucarvalhoafilhado@gmail.com](mailto:jucarvalhoafilhado@gmail.com)

<sup>7</sup> Farmacêutico- Universidade Federal do Ceará, Docente UFAM-ICET, [flavionogueira@ufam.edu.br](mailto:flavionogueira@ufam.edu.br)

<sup>8</sup> Farmacêutico Generalista, UFAM-ICET, Farmácia, [kevinpereirabarros@gmail.com](mailto:kevinpereirabarros@gmail.com)

<sup>9</sup> Farmacêutico Generalista, Universidade de Fortaleza, Docente UFAM-ICET, [Victor@farmacologia.com.br](mailto:Victor@farmacologia.com.br)

## 1 Introdução

Os produtos naturais têm sido empregados pela humanidade desde tempos antigos. A procura por alívio e cura de doenças, por meio do consumo de ervas e folhas, provavelmente representou uma das primeiras formas de utilização desses recursos (Gutierrez *et al.*, 2013; Shah *et al.*, 2013).

No estudo dos produtos naturais destacam-se os óleos essenciais, obtidos a partir de processos metabólicos especializados nas plantas (Joseph; Dev; A. *et al.*, 2023). Sua composição química é altamente complexa e pode incluir uma ampla variedade de classes de compostos, como álcoois simples, terpenos, hidrocarbonetos terpênicos, aldeídos, fenóis, cetonas, ésteres, óxidos, peróxidos, ácidos orgânicos, lactonas e compostos sulfatados (Shah *et al.*, 2013). Dentre as famílias botânicas, produtoras de óleos essenciais, destaca-se a família Piperaceae. A família Piperaceae é composta por angiospermas da ordem Piperales (Bánki *et al.*, 2021), sendo, em sua maioria, dicotiledôneas (Sarjani *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2019).

Espécies das famílias Piperaceae, particularmente dos gêneros *Piper* e *Peperomia*, são amplamente empregadas na medicina tradicional para o tratamento de diversas condições, como dores gerais, infecções, nevralgia, distúrbios gástricos, hepáticos e renais, febre, convulsões, transtornos de ansiedade, pânico, depressão e inflamações (Oliveira *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2021). A família também se destaca pela produção de óleos essenciais de grande valor terapêutico (Oliveira *et al.*, 2021; Guimarães; Medeiros; Queiroz, 2022).

Dentre as espécies da família Piperaceae destaca-se a *Peperomia pellucida* amplamente conhecida por suas propriedades medicinais e amplamente utilizada na *medicina tradicional*, sendo chamada popularmente de erva de jabuti, pimenta-de-praia ou pimenta-do-reino-d'água, devido às suas folhas suculentas, sendo considerada uma PANC (Silva *et al.*, 2019; Florence *et al.*, 2017). Os estudos indicam que *Peperomia pellucida* contém compostos bioativos como flavonoides, ácidos fenólicos e terpenos, que conferem suas propriedades terapêuticas. Além disso, as folhas dessa planta também são ricas em água e nutrientes, o que contribui para seu uso em aplicações terapêuticas e alimentícias (Silva *et al.*, 2019; Bezerra, 2020).

O gênero *Peperomia* têm despertado interesse devido ao potencial de aplicação no controle de microrganismos e insetos que afetam culturas agrícolas. Um dos principais problemas atualmente é o controle de pragas agrícolas que atacam grãos armazenados e um dos ácaros que ataca esses alimentos é o *Suidasia pontifica* Oudemans, face a isso muitos produtores realizam o uso de acaricidas sintéticos para controle dessas pragas e que podem trazer danos ao plantio e à saúde humana (Chai *et al.*, 2018; Mangoba; Alvindia., 2019). Atualmente, as

indústrias vêm desenvolvendo produtos utilizando insumos vegetais onde umas das propriedades biológicas de interesse é a atividade acaricida, visto que os óleos essenciais têm atuado como importantes acaricidas naturais o que pode reduzir o uso de agroquímicos e acaricidas sintéticos (Kassahun *et al.*, 2020).

Um dos métodos pelos quais a indústria farmacêutica investiga a interação de uma substância com um determinado alvo molecular é por meio dos estudos *in silico* através do (Docking molecular). Trata-se de um método de predição e simulação da interação de uma molécula bioativa com um sítio ativo, que utiliza softwares específicos e que possui a função de investigar o desenvolvimento de produtos agrários, fármacos, e compreender o mecanismo de ação de protótipos (Braga *et al.*, 2015; Rim, 2020; Meng, 2011; Wang *et al.*, 2023).

Até o presente momento, ainda não foram encontrados relatos na literatura acerca da atividade acaricida *in silico* e *in vitro* do óleo essencial das folhas de *Peperomia pellucida* frente ácaros de grãos armazenados como o *Suidasia pontifica* Oudemans (1905) espécie de interesse clínico.

## 2 Metodologia

### 2.1 Coleta do vegetal

Folhas de *Peperomia pellucida* (L.) Kunth, foram coletadas no Horto Florestal de Itacoatiara - AM para extração de óleos essenciais às 08 horas da manhã, tomando-se notas da temperatura e umidade no momento da coleta. O índice de precipitação foi obtido do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no dia anterior à coleta. As coordenadas geográficas do local foram: S 3°8'10,94604" e W: 58°25'55,7562".

### 2.2 Extração do óleo essencial

O óleo essencial foi obtido por hidrodestilação das folhas frescas em aparelho de Clevenger, por 4 horas, utilizando-se 800 gramas de folhas. A amostra de óleo essencial obtida foi centrifugada por 10 minutos a 3500 RPM. O rendimento foi calculado e a amostra foi mantida em tubo falcon tampado sob refrigeração até o momento de ser analisada.

### 2.3 Caracterização química

O óleo extraído foi submetido à análise em CG-EM em equipamento SHIMADZU acoplado a um espectrômetro de massas SHIMADZU QP2010. Para cromatografia dos

componentes foi empregada coluna DB-5MS, com 30 m x 0,25 mm, espessura do filme interno de 0,25 µm. A identificação dos constituintes foi realizada por interpretação de seus respectivos espectros de massas, cálculo do Índice de Kovat's e por comparação com dados da literatura (Adams., 2007). Para realização dessas análises, foi utilizado equipamento da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto-USP.

#### 2.4 Ensaio acaricida *in silico*

A triagem virtual *in silico* foi realizada por meio da obtenção dos ligantes, utilizando o software ChemDraw (versão 12) e transformados em 3D no software Chem3D. Esses ligantes foram selecionados a partir dos compostos majoritários do óleo essencial de *Peperomia pellucida* (L.) Kunth. Os arquivos foram salvos em formato mol.1. Posteriormente foi obtido o arquivo 3D da proteína (alvo molecular) que foi a Acetilcolinesterase isolada de *Suidasia pontifica* a partir do Protein Data Bank (PDB; CÓDIGO:1AX9). O Alvo e os ligantes foram tratados para adição de cargas, retiradas de cofatores, e otimização das moléculas para posterior ancoramento e o Docking molecular foi realizado com o uso software GOLD.

Os parâmetros de docking consistiram na validação do alvo obtido do PDB, a fim de obter-se valores de RMSD abaixo de 2 Å. Foram testadas diferentes funções de pontuação e raios de busca dentro do sítio ativo do alvo. Após validação, o arquivo gold. foi utilizado para adicionar os ligantes desenhados e por fim realizou-se a ancoragem molecular. Para análise dos resultados, os diferentes arquivos log de cada molécula foram analisados e as funções de pontuação foram anotadas e os arquivos dos resultados salvos separadamente. Os arquivos foram analisados no software Discovery Studio para determinação das interações intermoleculares e, assim, prever a afinidade dos ligantes frente ao alvo selecionado.

#### 2.5 Ensaio acaricida *in vitro*

A metodologia para avaliar a ação fumigante do óleo essencial foi adaptada de Aslan *et al.*, (2004), em que recipientes de vidro com capacidade para 2,5 L foram usados como câmaras de fumigação e, em cada câmara foram postas três unidades experimentais constituídas por recipientes de vidro com volume de 26 mL. Dentro de cada unidade experimental, foi colocada uma porção de farinha de trigo e 30 fêmeas adultas de *S. pontifica*.

O óleo essencial foi aplicado em tiras de papel de filtro que foram presas à superfície inferior da tampa dos recipientes. As doses aplicadas foram de 5, 10, 15, 20 e 25 µl de óleo essencial, o que corresponde a uma concentração de 2, 4, 6, 8 e 10 µL/L de ar, respectivamente.

Nada foi aplicado na testemunha (controle) e os períodos de exposição do óleo frente foram de 24, 48 e 72 horas.

## 2.6 Análise estatística

Para cada amostra foi calculada a mortalidade corrigida como sugerido por Abbott., (1925). Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado. O efeito foi estimado por meio da determinação das médias da mortalidade corrigida, as quais foram submetidas à ANOVA por meio do software R. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, considerando a água como tratamento padrão.

## 3 Resultados

### 3.1 Rendimento do óleo essencial das folhas de *Peperomia pellucida* (L.) Kunth.

O rendimento do óleo essencial foi de 0,83%, assim como apresentou uma coloração clara.

### 3.2 Perfil químico do óleo essencial das folhas de *Peperomia pellucida* (L.) Kunth.

Foram identificados quimicamente 84 constituintes químicos. Os compostos majoritários foram: Limoneno (9,2%), Dialil dissulfeto (20,2%), Safrol (9,76%), Dilapiol (7,8%), 1 nitro 2 feniletano (8,8%) e Metileugenol (19,3%).

### 3.3 Atividade acaricida *in silico*

A partir da validação do alvo os parâmetros do docking foram determinados, obtendo-se um valor de RMSD de 1,1115 Å. Em conjunto, a função de pontuação selecionada foi a ChemPLP em um raio de busca de 5,0 (Naranjo-Montoya *et al.*, 2015) e a que melhor apresentou estabilidade molecular. Três compostos químicos presentes no óleo essencial de *Peperomia pellucida* (L.) Kunth. apresentaram um encaixe estável ao sítio ativo da enzima Acetilcolinesterase avaliado nos testes *in silico*.

### 3.3 Atividade acaricida *in vitro*

Os resultados do ensaio acaricida usando o óleo essencial das folhas de *Peperomia pellucida* (L.) Kunth se encontram na Tabela 1.

**Tabela 1:** Mortalidade corrigida (média ± desvio padrão) de *S. pontifica* em diferentes tempos de exposição e diferentes concentrações do óleo essencial de *Peperomia pellucida* (L.) Kunth aplicados por fumigação

Amostra	Concentração µL/L	Tempo			<sup>1</sup> Média ± DP
		24 h	48 h	72 h	
OE	2	70,00 ± 1,08	77,78 ± 1,07	82,93 ± 1,61	76,90 ± 1,98b
	4	73,75 ± 3,25	83,95 ± 2,23	86,59 ± 1,61	81,43 ± 2,31b
<i>Peperomia Pellucida</i> (L.) Kunth	6	80,00 ± 2,25	83,95 ± 0,62	85,37 ± 1,06	83,11 ± 1,09a
	8	75,00 ± 1,65	81,48 ± 1,85	87,80 ± 1,22	81,43 ± 2,01a
	10	71,25 ± 0,63	81,48 ± 1,07	89,02 ± 1,06	80,59 ± 2,62ab
<sup>1</sup> Média ± DP		61,70 ± 6,77C	68,11 ± 7,42B	71,95 ± 7,83A	67,24 ± 4,20

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

#### 4 Discussão

Quanto ao rendimento do óleo essencial das folhas de *Peperomia pellucida* (L.) Kunth, um dos fatores que pode influir no teor e composição química dos metabólitos secundários é o clima. O clima no Amazonas é classificado como Equatorial quente e úmido, o qual apresenta apenas duas estações ao longo do ano: chuvoso (Inverno), que ocorre nos meses de novembro a março, período no qual as temperaturas são mais amenas. O mês de abril é o mês de transição do período de chuva para o de seca. O período de seca (verão) compreende os meses de maio a setembro, período de sol intenso. O mês de outubro é o mês de transição do período de seca para o período chuvoso (Fisch; Marengo; Nobre *et al.*, 1998).

O óleo essencial das folhas de *Peperomia pellucida* (L.) Kunth apresentou-se incolor e com odor forte. A intensidade da luz pode alterar a produção de óleo essencial através de ativação de enzimas fotossensíveis envolvidas na rota do ácido mevalônico, precursor fundamental dos terpenos que são constituintes químicos dos óleos voláteis Souza *et al.*, (2011). Diversos fatores podem influenciar no teor de rendimento de óleo e influir na composição química tais como: temperatura, pluviometria, altitude, tipo de corte da planta e horário de coleta conforme já explanado anteriormente (Gobbo-Neto; Lopes, 2007; Monteiro; Brandelli., 2017).

Foram identificados quimicamente 84 constituintes químicos no óleo essencial das folhas de *Peperomia pellucida* (L.) Kunth e os compostos majoritários receberam siglas para avaliar a sua atividade *in silico* frente a enzima Acetilcolinesterase: C01) Limoneno (9,2%), C02) Dialil dissulfeto (20,2%), C03) Safrol (9,76%), C04) Dilapiol (7,8%), C05) 1 nitro 2 feniletano (8,8%) e C06) Metileugenol (19,3%). Esses resultados foram superiores aos obtidos por Bezerra., (2020).

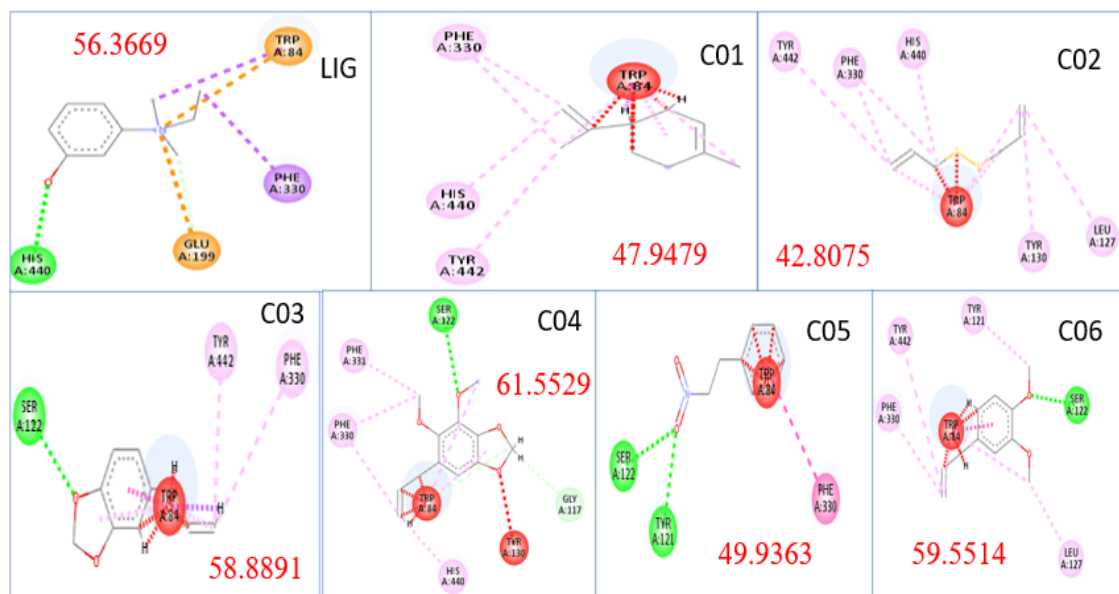
O estudo de Bezerra, (2020) identificou o dilapiol como composto majoritário de *Peperomia pellucida* (L.) Kunth, sendo esse resultado similar aos de Verma *et al.*, (2015), que afirmaram que o óleo essencial das folhas de *Peperomia pellucida* (L.) Kunth apresentou como constituintes majoritários o dilapiol e apiol.

Quanto ao teste de atividade *in silico*, os valores de pontuação fitness considerados no GOLD como parâmetro de afinidade, tanto para o ligante original co-cristalizado quanto para os ligantes selecionados para análise foram: LIG original (Edrofônio)= 56.3669 fazendo ligação de hidrogênio com a HIS440.

- C01(limoneno)= 47.9479, faz outras interações com PHE330, HIS440 e TYR442;
- C02(Dialil dissulfeto) = 42.8075 faz outras interações com TYR442; PHE330; HIS440; TYR130 e LEU127;
- C03(Safrol)= 58.8891 faz ligação de hidrogênio com a SER122 e outras interações com TYR442 e PHE330;
- C04 (Dilapiol)= 61.5529 faz ligação de hidrogênio com a SER122 e outras interações com PHE331; PHE330; HIS440 e GLY117;
- C05(1 nitro 2 feniletano) = 49.9363 faz ligação de hidrogênio com SER122; TYR121 e outras interações com PHE330;
- C06(Metileugenol)= 59.5514 faz ligação de hidrogênio com a SER122 e outras interações com TYR442; TYR121; PHE330; LEU127.

Os resultados do docking são apresentados a seguir na figura 1, onde é possível observar que apenas os compostos C03(Safrol), C04 (Dilapiol) e C06(Metileugenol) fazem pelo menos uma ligação de hidrogênio com o sítio ativo da enzima na pose mais estável, sendo que essas ligações permitem uma melhor estabilidade molecular assim como uma melhor resposta farmacológica (Barreiro; Fraga, 2008; Cerqueira *et al.*, 2015).

**Figura 1:** Compostos majoritários do óleo essencial das folhas de *Peperomia pellucida* frente os aminoácidos do sítio ativo da Acetilcolinesterase



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Quanto a atividade acaricida, o óleo essencial das folhas de *Peperomia pellucida* (L.) Kunth apresentou atividade acaricida frente ao ácaro *S. pontifica* a partir da concentração de 2 µL/L em todos os tempos de exposição, alcançando maior mortalidade em 72 horas de exposição, na concentração de 10 µL/L. Desta forma foi possível notar que, conforme aumentou-se o tempo de exposição dos óleos essenciais, frente aos ácaros, assim também aumentou a mortalidade. Em contrapartida, Pumnuan e Insung (2012), obtiveram mortalidade de 70% no teste de 24h ao utilizar o óleo essencial de *Syzygium aromaticum*, na concentração de 1%, frente ao mesmo ácaro.

Além disso, Assis, (2010) observaram mortalidade de apenas 60% para o óleo essencial de outra espécie de Myrtaceae, na concentração de 50 µL/L. Esses resultados são inferiores aos obtidos nesse trabalho para o óleo essencial de *Peperomia pellucida* (L.) Kunth, pois em concentrações menores, mataram um maior percentual de ácaros (Oliveira *et al.*, 2017).

## 5 Conclusões

O óleo essencial das folhas de *Peperomia pellucida* (L.) Kunth, apresentou atividade acaricida em todas as concentrações e tempos de exposição experimentados assim como teve sua atividade comprovada por meio de testes de Dockagem Molecular usando os compostos majoritários do óleo essencial das folhas de *Peperomia pellucida* (L.) Kunth.

Neste estudo foi possível observarmos que três constituintes do óleo essencial de *Peperomia pellucida* (L.) Kunth apresentaram afinidade com o sítio-alvo da Acetilcolinesterase, superando, dessa forma, a função de pontuação do ligante original da enzima.

Devem ser realizados testes complementares, a fim de elucidar o mecanismo de ação dos compostos majoritários do óleo essencial das folhas de *Peperomia pellucida* (L.) Kunth, frente outros alvos moleculares de interesse clínico e organismos não-alvos.

## Referências

ABBOTT, W. S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, [s. l.], v.18, n. 2, p. 265-267, 1925. DOI: <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>. Disponível em: <https://academic.oup.com/jee/article-abstract/18/2/265/785683>. Acesso em: 18 mar. 2025.

ADAMS, R. P. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry, 4th ed.** United States: Allured Publishing Corporation, 2007.

ASLAN, İ. *et al.* Toxicity of essential oil vapours to two greenhouse pests, Tetranychus



urticae Koch and Bemisia tabaci Genn. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 167-173, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2003.09.003>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669003001079?via%3Dihub>. Acesso em: 18 mar. 2025.

ASSIS, C. P. O. **Toxicidade de óleos essenciais sobre Tyrophagus putrescentiae (Schrank) e Suidasia pontifica Oudemans (Acari: Astigmata)**. 2010. 43 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) — Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2010. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/5956#preview-link0>. Acesso em: 18 mar. 2025.

BÁNKI, O. *et al.* **Catalogue of Life Checklist (Version 2021-08-25)**. Catalogue of Life, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3897/biss.6.94040>. Disponível em: <https://biss.pensoft.net/article/94040/instance/7981063/>. Acesso em: 19 mar. 2025.

BARREIRO, E. J.; FRAGA, C. A. M. **Química Medicinal: As bases moleculares da ação dos fármacos**. 2 ed. São Paulo: Artmed, 2008.

BEZERRA, J. N. *et al.* Chemical composition, Evaluation of Antiparasitary and Cytotoxic Activity of the essential oil of Psidium brownianum MART EX. DC. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, [s. l.], v. 39, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102247>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1878818121003431>. Acesso em: 19 mar. 2025.

BRAGA, R. C. *et al.* Pred-hERG: A novel web accessible computational tool for predicting cardiac toxicity. **Mol. Inf.** [s. l.], v.34, n. 10, p. 698 701, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1002/minf.201500040>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27490970/>. Acesso em: 18 mar. 2025.

CERQUEIRA N. M. F. S. A. *et al.* Receptor-based virtual screening protocol for drug discovery. **Arch Biochem Biophys**, [s. l.], v. 15, n. 582, p. 56-67, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.abb.2015.05.011>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26045247/>. Acesso em: 18 mar. 2025.

CHAI, Q. *et al.* Investigation and morphological observation of Suidasia breeding in flourmills in Huaibei. **Chinese Journal of Schistosomiasis Control**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 76-80, 2018. DOI: <https://doi.org/10.16250/j.32.1374.2017019>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29536714/>. Acesso em: 18 mar. 2025.

FISCH, G.; MARENGO, J. A; NOBRE, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **Acta Amazônia**, Manaus, v. 28, n. 2, p. 101, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-43921998282126>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/NVRbNSn7P5z4hjtFNmMjLjx/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 18 mar. 2025.

FLORENCE, N. T. *et al.* Extrato aquoso de Peperomia pellucida (L.) HBK acelera a consolidação de fraturas em ratos Wistar. **Medicina complementar e alternativa BMC**, [s. l.], v. 17, n. 1, pág. 1-9, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12906-017-1686-3>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28372562/>. Acesso em: 18 mar. 2025.

GOBBO-NETO, L. LOPES, N. P. Plantas Mediciniais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, [s. l.], v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000200026>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/gn5mhqcFHSbXXgTKNLJTS9t>. Acesso em: 19 mar. 2025.

GUIMARÃES, E. F.; MEDEIROS, E. V. S. S.; QUEIROZ, G. A. *Piper in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB20300>. Acesso em: 19 mar. 2025.

GUTIERREZ, R. M.; GONZALES, A. M.; HOYO-VADILLO, C. Alkaloids from *Piper*: A review of its Phytochemistry and Pharmacology. **Mini-Reviews in Medicinal Chemistry**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 163-193, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2174/138955713804805148>. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/ben/mrmc;jsessionid=bfkq7grtxbkd.x-ic-live-02>. Acesso em: 18 mar. 2025.

JOSEPH, S. M.; DEV, A. R. A.; A, K. Unveiling the volatile chemical variations of *Annona* essential oils and its associated pharmacological activities. **Journal of Molecular Structure**, [s. l.], v. 1292, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2023.136082>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022286023011754?via%3Dihub>. Acesso em: 18 mar. 2025.

KASSAHUN, T. *et al.* Ethnobotan traditional use, phytochemistry and pharmacology of *Cymbopogon citratus*. **International Journal of Herbal Medicine**, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 80-87, 2020. Disponível em: <https://www.florajournal.com/archives/2020/vol8issue4/PartB/7-5-52-470.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2025.

MANGOBA, M. A. A.; ALVINDIA, D. G. Acaricidal and Chemical Composition of *Allium sativum* L. Crude Extracts Against Stored Product Mites *Suidasia pontifica* Oudemans, **Journal of Biologically Active Products from Nature**, v. 9, n. 6, p. 484-491, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/22311866.2019.1702898>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/22311866.2019.1702898>. Acesso em: 18 mar. 2025.

MENG, X.-Y. *et al.* Molecular Docking: A powerful approach for structure-based drug discovery. **Current Computer-Aided Drug Design**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 146–157, 2011. DOI: <https://doi.org/10.2174/157340911795677602>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21534921/>. Acesso em: 18 mar. 2025.

MONTEIRO, S. C.; BRANDELLI, C. L. C. Plantas medicinais regionais do Brasil. *In*: HARAGUCHI, L. M. M.; CARVALHO, O. B. (Org.) **Farmacobotânica: Aspectos teóricos e aplicação**. Rio de Janeiro: GRUPO A EDUCACAO S/A RIO, 2017.

NARANJO-MONTOYA, O. A. *et al.* The Correlation Between Electronic Structure and Antimalarial Activity of Tetrahydropyridines. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, [s. l.], v.26, n 2, p.255-265, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5935/0103-5053.20140263>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbchs/a/pMt7fpHNPVJPyr3HGTYZhBn/abstract/?lang=en>. Acesso em: 18 mar. 2025.

OLIVEIRA, J. C. S *et al.* Chemical composition and acaricidal activity of essential oils from *Peperomia pellucida* Kunth. against *Tetranychus urticae*. **Revista Virtual de Química**, [s. l.], v. 9, n. 6, p. 2204-2213, 2017. Disponível em: <https://rvq.s bq.org.br/pdf/v9n6a04>. Acesso em: 18 mar. 2025.

OLIVEIRA, M. R. *et al.* Chemical composition and biological activities of essential oils of *Piper* species from the Amazon. **Journal of Essential Oil Research**, [s. l.], v. 33, n. 6, p. 536-548, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/10412905.2021.1942250>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10412905.2021.1942250>. Acesso em: 18 mar. 2025.

PUMNUAN, J. E.; INSUNG, A. Effectiveness of essential oils of medicinal plants against stored product mite, *Suidasia pontifica* Oudemans. **Acta Horticulturae**, v. 945, p. 79-85, 2012. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.945.9>. Disponível em: [https://www.actahort.org/books/945/945\\_9.htm](https://www.actahort.org/books/945/945_9.htm). Acesso em: 18 mar. 2025.

RIM, K. T. In silico prediction of toxicity and its applications for chemicals at work [published online ahead of print. **Toxicol Environ Health Sci**, [s. l.], v.12, n.3, p. 191 202,2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13530-020-00056-4>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32421081/>. Acesso em: 18 mar. 2025.

SARJANI, T. M. *et al.* Identifikasi Morfologi dan Anatomi Tipe Stomata. **Journal IPA dan Pembelajaran IPA**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 182-191, 2017. DOI: <https://doi.org/10.24815/jipi.v1i2.9693>. Disponível em: <https://jurnal.usk.ac.id/JIPI/article/view/9693>. Acesso em: 18 mar. 2025.

SHAH, A. *et al.* Ethnobotanical study of medicinal plants of semi-tribal area of Makerwal & Gulla Khel (lying between Khyber Pakhtunkhwa and Punjab Provinces), Pakistan. **American Journal of Plant Sciences**, [s. l.], v.4, n. 1, p-98–116, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2013.41015>. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=27641>. Acesso em: 18 mar. 2025.

SILVA, A. F. *et al.* Etnobotânica de plantas medicinais aromáticas: preparações e usos da flora local em cinco comunidades rurais localizadas na região do Baixo Tocantins, Pará, Brasil. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 1, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11284>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/11284>. Acesso em: 18 mar. 2025.

SILVA, J. K. R *et al.* Phenylpropanoid-rich essential oils of *Piper* species from the Amazon and their antifungal and anti-cholinesterase activities. **Natural Product Communications**, [s. l.], v. 11, n. 12, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1177/1934578X1601101233>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1934578X1601101233>. Acesso em: 18 mar. 2025.

SILVA, M. A. *et al.* Chemical constituents and bioactivities of essential oils from the genus *Piper* (Piperaceae): a review. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 776-817, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/2711>. Acesso em: 18 mar. 2025.

SILVA, W. M. *et al.* Avaliação da citotoxicidade e mutagenicidade das folhas de *Peperomia pellucida* (L.) HBK. **Brazilian Journal of Surgery & Clinical Research**, [s. l.], v. 26, n. 2,

2019. Disponível em: [https://www.mastereditora.com.br/periodico/20190407\\_141220.pdf](https://www.mastereditora.com.br/periodico/20190407_141220.pdf). Acesso em: 18 mar. 2025.

SOUZA, M. F. *et al.* Influência do horário de coleta, orientação geográfica e dossel na produção de óleo essencial de *Cordia verbenaceae*. **Revista Biotemas**, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 9-14, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2011v24n1p9>. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9909029.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2025.

VERMA, R. S. *et al.* Composição do óleo essencial de *Peperomia pellucida* (L.) Kunth da Índia. **Journal of Essential Oil Research**, [s. l.], v. 27, n. 2, pág. 89-95, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/10412905.2014.982878>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10412905.2014.982878>. Acesso em: 18 mar. 2025.

WANG, Y. *et al.* Isolation and Identification of Herbicidal Active Compounds from *Brassica oleracea* L. and Exploration of the Binding Sites of Brassicanate A Sulfoxide. **Plants**, [s. l.], v. 7, n. 13, p. 2576, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12132576>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/12/13/2576>. Acesso em: 18 mar. 2025.

**Data de submissão:** 20 de fevereiro de 2025

**Data de aceite:** 27 de fevereiro de 2025