

EXTRAÇÃO E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ANTIACETILCOLINESTERÁSICA DO ÓLEO ESSENCIAL DA FOLHA DO JAMBO VERMELHO (*Syzygium malaccense* L.)

Francisco F. S. Lopes¹; Ana E. F. Silva²; Maria V. S. Tavares²; Antônio A. M. Araújo²; Vitória A. O. Nobre²; Lucas S. Frotta³; Sara I. C. G. Barbosa³; Selene M. Morais^{1,2,3}

¹Laboratório de Análises Cromatográficas e Espectroscópicas, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Rede Nordeste de Biotecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

²Laboratório de Química de Produtos Naturais, Curso de Química, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

³Laboratório de Química de Produtos Naturais, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Rede Nordeste de Biotecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

aeloysafreitas@gmail.com

Palavras-Chave: Antioxidante, Antiacetilcolinesterase, Jambo Vermelho.

Introdução

Nos últimos anos, tem-se intensificado o interesse por produtos naturais com potencial terapêutico, já que as plantas representam uma rica fonte de metabólitos secundários com ampla diversidade de aplicações farmacológicas. Esses compostos, produzidos pelas espécies vegetais, desempenham funções essenciais de defesa, adaptação e interação nos ecossistemas em que estão inseridas. Além disso, são justamente esses metabólitos que permitem a caracterização química das plantas e justificam grande parte de suas propriedades medicinais reconhecidas (Maia et al., 2021; Morais e Vieira, 2021).

Dentro desse interesse por produtos naturais o estudo os óleos essenciais (OE) obtidos de plantas aromáticas têm uma ampla gama de aplicações em etno-medicina, preservação, aromatização de alimentos e fragrâncias e nas indústrias de perfumaria (Shen et al., 2015). Os OE's possuem importantes propriedades biológicas e farmacológicas, como antimicrobiana, antioxidante, inseticida, analgésica e anti-inflamatória. Tais propriedades são atribuídas aos diversos compostos voláteis (ácidos, aldeídos e terpenos) presentes nos OE's que possuem grande importância por serem considerados compostos altamente bioativos, também denominados fitoalexinos (Almeida, 2015).

O jambo vermelho (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry) tem suas origens nas regiões da Malásia, Indonésia e Tailândia. Pertencente à família Myrtaceae, uma das maiores famílias botânicas encontradas no Brasil e considerada exótica na flora brasileira, sua fruta é popularmente conhecida por diversos nomes, tais como “maçã malaia”, “jambo”, “jambu bol” e outros. As folhas de *S. malaccense* são estreitas, com formato oblongo ou oval, possuem um pecíolo curto e crescem amontoadas nas pontas de galhos flexíveis. Elas apresentam um comprimento médio de 10 a 30 cm e possuem uma base aguda a arredondada, enquanto a ponta é aguda e acuminada. São glabras (sem pelos) e possuem coloração verde brilhante (Arumugam et al., 2019; Mendes et al., 2021; Prasniewski et al., 2021).

O gênero *Syzygium* reúne cerca de 1100 espécies e destaca-se pela riqueza em óleos essenciais, flavonoides, antocianinas e ácidos fenólicos. Esses compostos bioativos conferem às espécies grande relevância industrial, sobretudo no setor alimentício, onde são utilizados na produção de chás empregados tanto em dietas de emagrecimento quanto no tratamento de distúrbios intestinais (Gibbert et al., 2017; Sobeh et al., 2018; Banadka et al., 2022).

No organismo humano, os compostos bioativos ingeridos na alimentação, como os ácidos fenólicos, destacam-se por suas propriedades antioxidantes. Esses compostos exercem uma função essencial na preservação da saúde e da vitalidade, favorecendo um processo de envelhecimento mais saudável. Devido a esses efeitos benéficos, são altamente valorizados e podem ser encontrados em bebidas como o chá, além de vegetais e frutas. Pesquisas indicam que pessoas que mantêm uma dieta rica em antioxidantes apresentam menor risco de desenvolver doenças (Sferrazzo et al., 2022).

A capacidade antioxidant de produtos naturais é uma das propriedades biológicas mais relevantes nas pesquisas atuais. Antioxidantes desempenham um papel essencial na proteção do organismo contra os danos causados pelos radicais livres. Os radicais livres reativos de oxigênio e nitrogênio são produzidos durante a atividade imunológica e são desencadeados por diversos fatores ambientais, como poluição, fumaça e luz solar. Os efeitos nocivos dessas espécies reativas incluem danos celulares ao RNA, DNA, proteínas e lipídios. Estão diretamente associados ao desenvolvimento de doenças crônicas e degenerativas, incluindo câncer, diabetes, doenças cardiovasculares e processos relacionados ao envelhecimento (Morais et al., 2021).

Os antioxidantes podem contribuir para reduzir problemas associados à baixa produção de acetilcolina (ACh), um neurotransmissor essencial para processos de memória e aprendizado. A inibição da enzima acetilcolinesterase (AChE), responsável pela degradação da ACh, eleva os níveis desse neurotransmissor, ajudando a atenuar déficits de memória e a melhorar os sintomas da doença (Lopes et al., 2022).

Além disso, a atividade antiacetilcolinesterase desperta grande interesse, pois a AChE desempenha um papel central na neurotransmissão colinérgica ao catalisar a quebra da acetilcolina na fenda sináptica. Portanto, a busca por inibidores naturais dessa enzima, especialmente aqueles derivados de óleos essenciais, representa uma estratégia terapêutica promissora e de relevante importância científica e farmacológica (Lopes et al., 2022).

Portanto, o presente estudo teve como objetivo avaliar sua capacidade antioxidant e sua atividade inibitória sobre a enzima acetilcolinesterase, visando contribuir para o conhecimento químico e farmacológico da espécie e para a prospecção de novos agentes bioativos de origem natural.

Material e Métodos

Coleta e identificação botânica

Os frutos foram coletados em junho de 2025, durante o período da manhã, na Universidade Estadual do Ceará, Brasil. A identificação botânica foi confirmada no Herbário Prisco Bezerra da Universidade Federal do Ceará, onde um espécime de comprovação foi depositado sob o número de voucher EAC 66916.

Extração do óleo essencial

O óleo essencial foi obtido por hidrodestilação, utilizando um equipamento Clevenger. Para tanto, 610 g de folhas foram adicionados a um balão de fundo redondo de 1 L contendo água destilada. O processo de extração teve duração de aproximadamente 5 horas, contabilizadas a partir do início da condensação do vapor d'água (Morais et al., 2021).

Atividade Antioxidante

A capacidade antioxidante foi avaliada pelos métodos colorimétricos de reação com radicais livres, DPPH[•] (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) e ABTS⁺ (ácido 2,2'-azino-bis(3-etylbenzotiazolino-6-sulfônico)). Os métodos baseiam-se na capacidade dos inibidores presentes na amostra em reduzir os radicais livres no meio reacional, ocasionado a mudança de coloração da solução teste. Em microplacas de 96 poços as amostras foram diluídas com DMSO à 3% em uma série de concentrações (6,25 - 200 µg/mL) e colocada para reagir com os devidos radicais. No ensaio com o DPPH[•] após 60 minutos de reação incubada no escuro, foi realizada leitura das absorbâncias em 490 nm. Já com o ABTS⁺ a leitura das absorbâncias em 630 nm se deu após decorridos 10 minutos de reação e incubação no escuro. Usando UV-Vis de microplacas do tipo ELISA (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*). Todas as análises foram realizadas em triplicatas e os resultados expressos como concentração inibitória para 50% do radical (CI₅₀), com média ± desvio padrão, sendo comparado com a quercetina (antioxidante natural) e ao trolox (antioxidante sintético), padrões positivos referências para atividade antioxidante (Becker et al., 2019; Re et al., 1999).

Atividade Antiacetilcolinesterase

A ação inibitória da enzima acetilcolinesterase (AChE) foi avaliada pelo método do reagente de Ellman (ácido 5,5'-ditiobis(2-nitrobenzoico). Esse método é baseado na taxa de hidrólise da acetilcolina (ACh) pela AChE que produz a tiocolina que reage com o DTNB produzindo o 5-tio-2-nitrobenzoato que é quantificado. Em microplacas de 96 poços a amostra foi diluída em uma série de concentrações (6,25-200 µg/mL) e colocada para reagir com os reagentes (iodeto de acetiltiocolina; 5,5'-ditiobis(2-nitrobenzoico); solução Tris/HCl e albumina sérica bovina) durante 25 minutos, logo após realizou-se a leitura em espectrofotômetro UV-Vis do tipo ELISA em 490 nm. As análises foram realizadas em triplicatas e os resultados expressos como concentração inibitória para 50% da AChE (CI₅₀), com média ± desvio padrão, sendo comparado com a galantamina e a fisostigmina, alcaloides naturais utilizados como padrão positivo referência para atividade antiacetilcolinesterase (Ellman, 1961; Trevisan et al., 2003).

Resultados e Discussão

A extração do óleo essencial das folhas frescas de *Syzygium malaccense* (jambo-vermelho) apresentou rendimento de 0,006% (m/m), valor considerado baixo quando comparado à literatura de Reis et al. (2021) que relataram rendimento de 0,24% para folhas da mesma espécie, demonstrando divergência entre os resultados. Essa variação pode ser atribuída a diversos fatores, incluindo diferenças nas condições edafoclimáticas, local e período de coleta, estágio de desenvolvimento fisiológico das folhas, além do tipo e tempo de extração empregados (França et al., 2021). Tais fatores são amplamente reconhecidos como determinantes da variabilidade no rendimento e na composição química dos óleos essenciais.

A atividade antioxidante e antiacetilcolinesterase do óleo essencial obtido das folhas de *Syzygium malaccense* (OEFJV) foi avaliada por meio dos ensaios DPPH[•], ABTS⁺ e inibição da enzima acetilcolinesterase (AChE). Os resultados de CI₅₀ (µg/mL), comparados a padrões de referência, estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Quantificação da Antioxidante e Antiacetilcolinesterase do Óleo Essencial da Folha do Jambo Vermelho (OEFJV).

Amostras	CI ₅₀ (µg/mL)		
	DPPH [•]	ABTS ^{+•}	AChE
Quercetina (Padrão)	2,74 ± 0,08	3,98 ± 0,13	-
Trolox (Padrão)	12,35 ± 0,05	12,13 ± 0,07	-
Galantamina (Padrão)	-	-	5,82 ± 0,02
Fisostigmina (Padrão)	-	-	6,68 ± 0,08
OEFJV	17,08 ± 0,95	16,84 ± 0,64	23,31 ± 0,38

Legenda: CI₅₀ - Concentração inibitória média.

Nos ensaios de sequestro de radicais livres, o OEFJV apresentou CI₅₀ de 17,08 ± 0,95 µg/mL (DPPH[•]) e 16,84 ± 0,64 µg/mL (ABTS^{+•}). Esses valores embora menos expressiva que os padrões empregados, indicam uma alta capacidade de proteção, conforme a classificação de Kuete e Efferth (2010), que define alta capacidade como CI₅₀ < 50 µg/mL, moderada capacidade como CI₅₀ entre 50-100 µg/mL e baixa capacidade como CI₅₀ > 100 µg/mL.

Para contextualizar, a quercetina, reconhecida como um potente antioxidante fenólico, exibiu os menores valores de CI₅₀ (2,74 ± 0,08 µg/mL para DPPH e 3,98 ± 0,13 µg/mL para ABTS), confirmando sua elevada eficiência redutora. Por sua vez, o Trolox, um análogo hidrossolúvel da vitamina E, apresentou valores intermediários (12,35 ± 0,05 µg/mL para DPPH e 12,13 ± 0,07 µg/mL para ABTS), sendo mais ativo que o óleo essencial, mas menos potente que a quercetina (Charlton et al., 2023).

A diferença observada entre o OEFJV e os padrões pode estar relacionada à natureza química dos compostos majoritários presentes nos óleos essenciais. Enquanto quercetina e trolox são moléculas fenólicas clássicas com reconhecida capacidade de doação de hidrogênio e elétrons, os óleos essenciais são frequentemente compostos por terpenos e derivados oxigenados, cuja atividade antioxidante depende de estruturas específicas (Gulcin, 2025).

No ensaio de inibição da acetilcolinesterase, o OEFJV demonstrou um valor de CI₅₀ de 23,31 ± 0,38 µg/mL. De acordo com a classificação de Santos et al. (2018), que define a potência inibitória como alta (< 20 µg/mL), moderada (entre 20 e 200 µg/mL) ou baixa (entre 200 e 1000 µg/mL), nosso resultado expressa uma potência moderada na inibição da enzima. Apesar de ser inferior aos padrões farmacológicos de referência, galantamina (5,82 ± 0,02 µg/mL) e fisostigmina (6,68 ± 0,08 µg/mL), este achado é relevante, pois indica que o óleo essencial contém substâncias com potencial efeito neuroprotetor.

Vale ressaltar que a inibição da acetilcolinesterase é uma estratégia terapêutica consolidada no manejo da doença de Alzheimer e de outras condições neurodegenerativas, uma vez que promove o aumento da disponibilidade de acetilcolina na fenda sináptica, favorecendo a neurotransmissão colinérgica (Lopes et al., 2022).

Dessa forma, embora exiba potência inferior em comparação aos fármacos de referência, a atividade biológica do OEFJV evidencia seu potencial como fonte natural de agentes promissores, os quais podem ser empregados como protótipos na busca por novos inibidores da acetilcolinesterase em futuras pesquisas.

Conclusões

O óleo essencial das folhas de *Syzygium malaccense* apresentou resultados promissores, mostrando atividade antioxidante significativa nos ensaios DPPH[•] e ABTS^{+•}, com capacidade de neutralizar radicais livres mesmo que inferior aos padrões quercetina e trolox.

Além disso, o óleo essencial demonstrou efeito moderado na inibição da acetilcolinesterase, evidenciando potencial efeito neuroprotetor. Esses resultados indicam que o óleo essencial contém compostos bioativos capazes de contribuir para a proteção celular e para a modulação da neurotransmissão colinérgica.

Portanto, o presente estudo reforça o valor de *Syzygium malaccense* como uma fonte natural de potencial terapêutico. Os resultados servem de base para futuras investigações sobre sua composição química e aplicação farmacológica no desenvolvimento de tratamentos naturais para a doença de Alzheimer.

Agradecimentos

Universidade Estadual do Ceará, Laboratório de Análises Cromatográficas e Espectroscópicas, Laboratório de Química de Produtos Naturais, CNPq e FUNCAP.

Referências

ALMEIDA, M. P.; ROMERO, R. B.; ROMERO, A. L.; CRESPLAN, E. R. Explorando a química e a atividade antifúngica de óleos essenciais: Uma proposta de projeto para a Educação Básica. *Latin American Journal of Science Education*, v. 2, 2015.

ARUMUGAM, G.; SWAMY, M.K.; SINNIAH, U.R. *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng: botanical, phytochemical, pharmacological and nutritional significance. *Molecules*, v. 21, n. 4, p. 369, 2016.

BANADKA, A.; WUDALI, N.S.; AL-KHAYRI, J.M.; NAGELLA, P. The role of *Syzygium samarangense* in nutrition and economy: An overview. *South African Journal of Botany*, v. 145, p. 481-492, 2022.

BECKER, M.; NUNES, G.; RIBEIRO, D.; SILVA, F.; CATANANTE, G.; MARTY, J. Determination of the antioxidant capacity of red fruits by miniaturized spectrophotometry assays. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 3, n. 4, p. 223–227, 2019.

CHARLTON, N.C.; MASTYUGIN, M.; TÖRÖK, B.; TÖRÖK, M. Structural features of small molecule antioxidants and strategic modifications to improve potential bioactivity. *Molecules*, v. 28, n. 3, p. 1057, 2023.

ELLMAN, G.L.; COURTNEY, K.D.; ANDRES, V.JR.; FEATHERSTONE, R.M. A new and rapid colorimetric of acetylcholinesterase determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology*, v. 7, p. 88–95, 1961.

FRANÇA, M.R.D.; OLIVEIRA, C.B.D.; FRANCISCATO, L.M.S.S.; BARBOSA, V.A.; ANDRICH, F.; BARROS, B.C.B.; MORTIZ, C.M.F.; SAKAI, O.A. Infrared spectroscopy, chemical composition and physical-chemical characteristics of the essential oil of red aroeira seeds (*Schinus terebinthifolius* Raddi) and its antimicrobial and antioxidant activities. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 13, p. e176101319684, 2021.

GIBBERT, L.; BERTIN, R.; KRUGER, C.H. A brief review of the species *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry as source of bioactive compounds. *Visão Acadêmica*, v. 18, n. 4, p. 140-152, 2017.

GULCIN, İ. Antioxidants: a comprehensive review. **Archives Of Toxicology**, v. 99, n. 5, p. 1893-1997, 2025.

KUETE, V.; EFFERTH, T. Cameroonian medicinal plants: Pharmacology and derived natural products. **Frontiers in Pharmacology**, v.1, Article 123, 2010.

LOPES, F.F.S. **Plantas medicinais do Parque Estadual do Cocó (Fortaleza-ce): Correlação entre teor de fenóis e flavonóides totais, capacidade antioxidante e antiacetilcolinesterase de extratos etanólicos**. 2019. 147 f. TCC (Graduação em Química), Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2019.

LOPES, F.F.S.; FROTA, L.S.; FONTENELE, G.A.; SILVA, M.V.F.; FERNANDES, V.B.; MONTES, R.A.; MORAIS, S.M. Plantas brasileiras com ação anticolinesterásica – uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. e6211124262, 2022.

MENDES, L.S.S. **Estudo químico e atividade larvicida frente ao Aedes aegypti do óleo essencial das folhas de *Cinnamomum zeylanicum* Breyne (CANELA)**. 2012. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2012.

MORAIS, S.M.; LOPES, F.F.S.; FONTENELE, G.A.; SILVA, M.V.F.; FERNANDES, V.B.; ALVES, D.R. Total phenolic content and antioxidant and anticholinesterase activities of medicinal plants from the State's Cocó Park (Fortaleza-CE, Brazil). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. e7510514493, 2021.

PRASNIEWSKI, A.; SILVA, C.; AYRES, B.R.B.; SILVA, E.A.; PILAU, E.J.; NANI, B.D.; ROSALEN, P.L.; OLDONI, T.L.C. Characterization of phenolic compounds by UHPLC-QTOF-MS/MS and functional properties of *Syzygium malaccense* leaves. **South African Journal of Botany**, v. 139, p. 418-426, 2021.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICEEVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 9-10, p. 1231- 1237, 1999.

REIS, A.S.; SILVA, L.S.; MARTINS, C.F.; PAULA, J.R. Analysis of the volatile oils from three species of the gender Syzygium. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, e20610716483, 2021.

SANTOS, T.C.; GOMES T.M.; PINTO B.A.S.; CAMARA A.L.; PAES A.M.A. Naturally occurring acetylcholinesterase inhibitors and their potential use for Alzheimer's disease therapy. **Frontiers in pharmacology**, v. 9, article 1192, 2018.

SFERRAZZO, G.; PALMERI, R.; RESTUCCIA, C.; PARAFATI, L.; SIRACUSA, L.; SPAMPINATO, M.; CAROTA, G.; DISTEFANO, A.; ROSA, M.; TOMASELLO, B. *Mangifera indica* L. leaves as a potential food source of phenolic compounds with biological activity. **Antioxidants**, v. 11, n. 7, p. 1313, 2022.

SOBEH, M.; ESMAT, A.; PETRUK, G.; ABDELFATTAH, M.A.O.; DMIRIEH, M.; MONTI, D.M.; ABDEL-NAIM, A.B.; WINK, M. **Journal of Functional Foods**, v. 41, p. 223-231, 2018.



64º Congresso Brasileiro de Química
04 a 07 de novembro de 2025
Belo Horizonte - MG

SOUZA, C.M.M.; SILVA, H.R.; VIEIRA-JÚNIOR, G.M.; AYRES, M.C.C.; COSTA, C.L.S.; ARAÚJO, D.S.; CAVALCANTI, L.C.D.; BARROS, E.D.S.; ARAÚJO, P.B.M.; BRANDÃO, M.S.; CHAVES, M.H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova.** v. 30, n. 2, p.351-355, 2007.

TREVISAN, M.T.S.; MACEDO, F.V.V.; VAN DE MEENT, M.H.M.; RHEE, I.K.; VERPOORTE, R. Seleção de plantas com atividade anticolinesterase para tratamento da doença de Alzheimer. **Química Nova,** v. 26, n. 3, p. 301-304, 2003.