



Extratos florais do domínio Cerrado e inibição da acetilcolinesterase

Antonio Carlos Pereira de MENEZES FILHO^{1*}, Matheus Vinícius Abadia VENTURA¹,
Ivan ALVES¹, Carlos Frederico de Souza CASTRO¹, Frederico Antônio Loureiro SOARES¹,
Marconi Batista TEIXEIRA¹

¹Instituto Federal Goiano, Rio Verde, GO, Brasil.
*E-mail: astronomoamadorgoias@gmail.com

Submetido em 26/02/2023; Aceito em 04/07/2023; Publicado em 26/07/2023.

RESUMO: O Cerrado brasileiro possui uma grande diversidade florística ainda pouco estudada sobre os efeitos e possíveis atividades biológicas de interesse humano, como a inibição da acetilcolinesterase (AChE). Extratos florais liofilizados de diferentes espécies vegetais produzidos entre 2017-2022, mantidos a -12 °C, foram utilizados. O método de inibição da acetilcolinesterase utilizada, foi proposto por Ellman, modificado por Miloševića e colaboradores para leitor de microplacas espectrofotométrico UV-Vis de 96-poços, utilizando como controle positivo padrão a eserina. Dos 43 extratos florais sobre a inibição de AChE *C. regium*, *J. uléi*, *O. spectabilis*, *O. lancifolia* e *S. ferrugineus* apresentaram as mais altas taxas de inibição > 50%. Os extratos florais de *A. humile*, *B. forficata*, *F. florida*, *H. stigonocarpa*, *H. courbaril*, *K. latbroyphytum*, *M. guianensis*, *P. spruceanum*, *P. ovatum*, *Q. grandiflora*, *S. grandiflora*, *S. dysentericus*, *S. convallariodora*, *T. stenocarpa* e *Z. rhoifolium* não demonstram nenhuma atividade sobre AChE. Os achados sobre os extratos florais em diferentes solventes neste estudo, elucidam a necessidade de um trabalho futuro na separação das fitomoléculas e determinação da atividade de inibição da AChE, promovendo como novas candidatas a moléculas no desenvolvimento de novos fármacos inibidores de AChE.

Palavras-chave: *Cochlospermum*, *Tabebuia*; inibição enzimática; acetilcolina; *Myrcia*; *Jacaranda*; *Brosimum*; sistema nervoso.

Cerrado domain floral extracts and acetylcholinesterase inhibition

ABSTRACT: The Brazilian Cerrado has great floristic diversity that is still poorly studied on the effects and possible biological activities of human interest, such as the inhibition of acetylcholinesterase (AChE). Lyophilized floral extracts of different plant species produced between 2017-2022, kept at -12 °C, were used. The acetylcholinesterase inhibition method used was proposed by Ellman, modified by Miloševića and collaborators for a 96-well UV-Vis spectrophotometric microplate reader, using eserine as a standard positive control. On the 43 floral extracts on AChE inhibition *C. regium*, *J. uléi*, *O. spectabilis*, *O. lancifolia* and *S. ferrugineus* showed the highest inhibition rates > 50%. Floral extracts of *A. humile*, *B. forficata*, *F. florida*, *H. stigonocarpa*, *H. courbaril*, *K. latbroyphytum*, *M. guianensis*, *P. spruceanum*, *P. ovatum*, *Q. grandiflora*, *S. grandiflora*, *S. dysentericus*, *S. convallariodora*, *T. stenocarpa* and *Z. rhoifolium* show no activity on AChE. The findings on the floral extracts in different solvents in this study, elucidate the need for future work in the separation of phytochemicals and determination of AChE inhibition activity, promoting them as new candidates for molecules in the development of new AChE inhibitor drugs.

Keywords: *Cochlospermum*, *Tabebuia*; enzyme inhibition; acetylcholine; *Myrcia*; *Jacaranda*; *Brosimum*; nervous system.

1. INTRODUÇÃO

Pesquisas utilizando extratos, óleos essenciais, óleos fixos e óleos resinas de origem vegetal, vem sendo estudados a vários anos apresentando resultados satisfatórios sobre a atividade de inibição da acetilcolinesterase (AChE).

No entanto, devemos voltar aos conceitos sobre importantes moléculas que trabalham constantemente em nosso sistema nervoso quer ele central ou periférico. A acetilcolina (ACh) é um neurotransmissor do sistema nervoso periférico (SNP), sendo liberada por neurônios motores do sistema nervoso somático (SNS) e pelo sistema nervoso autônomo (SNA). A liberação de ACh é realizada por neurônios pré-ganglionares SNA, pós-ganglionares pelo

sistema nervoso parassimpático (SNPa) e pelos pós-ganglionares que inervam as glândulas sudoríparas pertencentes ao SNS (MOTA et al., 2012).

Embora a ACh não esteja limitada ao SNP, esse neurotransmissor está distribuído por todo o cérebro, principalmente nas regiões do córtex cerebral, prosencéfalo basal, hipocampo, diencéfalo, ponte e no cerebelo, esse último em quantidades inferiores as demais regiões.

Os neurônios colinérgicos apresentam funções primordiais estando ligados ao alerta, controle motor, aprendizado e com a memória, onde todas essas funções exercidas se devem ao neurotransmissor ACh. A falta desse, desencadeia deficiências, onde isso se deve pela sua baixa ou

inexistência secreção, desencadeando os severos danos a esse órgão vital que controla todo o funcionamento do maquinário no corpo humano ou animal.

A essa falta ou perda de ACh desencadeia efeitos deletérios, conhecidos por doença de Alzheimer (DA). A DA causa demência em pacientes, onde nessa fase clínica, os sintomas cognitivos são suficientemente graves, interferindo no funcionamento social e nas atividades instrumentais da vida diária. Essa patologia é gradativa (DUBOIS et al., 2021).

Visto isso, inúmeras fitomoléculas vem apresentando resultados animadores no tratamento de diversas patologias, inclusive a DA. Inicialmente, foram desenvolvidas drogas sintéticas para amenizar ou retardar os sintomas agudos e crônicos dessa doença, no entanto, os efeitos colaterais são potenciais podendo causar fortes efeitos indesejáveis em outros órgãos. Com isso, pesquisas com plantas medicinais vem apresentando resultados superiores as primeiras drogas empregadas no tratamento da DA (MASONDO et al., 2019; NEVES et al., 2022).

Conforme sugere Neves et al. (2022) um grupo alvo de fitomoléculas com diversas utilidades (compostos fenólicos) agem nas fronteiras das biomoléculas como redutores de radicais livres (RL), esses, altamente reativos que desencadeiam nos processos biológicos de doenças como a DA.

Este estudo objetivou-se avaliar *in vitro* diferentes extratos vegetais a partir do órgão floral de espécies vegetais do domínio Cerrado, estes, obtidos por solventes (aquoso, hidroetanólico 70% e etanólico 98%) sobre a atividade de inibição da acetilcolinesterase.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Reagentes e equipamentos

Enzima Acetilcolinesterase tipo VI (200-1.000 unid./mg¹) obtida de *Electrophorus electricus* (Sigma-Aldrich®), Acetilcolina iodada (Sigma-Aldrich®), 5,5'-Ditiobis (Ácido 2-nitrobenzóico) (Sigma-Aldrich®), Salicilato de Fisostigmina (eserina) (Sigma-Aldrich®), tampão Tris-HCl (Sigma-Aldrich®), albumina bovina sérica (Sigma-Aldrich®), Álcool Metílico grau (P.A – ACS) (Neon), Álcool Etílico grau (P.A – ACS) (Neon), Fosfato de sódio monossódico grau (P.A – ACS) (Neon).

Sistema de purificação de água Milli-Q® Direct 8, micropipeta variável monocal 0,5-10 e 10-100 µL (Labmate Pro, Htl®), placa de Elisa 96-poços fundo chato com tampa, estéril (Global Plast®), Leitora automática de microplacas espectrofotométrico UV-Vis (Polaris, Glasslab®), Vials 5 mL (Mylabor®).

2.2. Extratos florais

Os extratos florais aquoso, hidroetanólico 70% (*v/v*) e etanólico 98% (*v/v*) liofilizados, foram cedidos pelo Laboratório de Química Tecnológica pertencente ao Programa de Pós-Graduação em Agroquímica no Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Estado de Goiás, Brasil (IF Goiano). Todas as espécies vegetais pertencentes ao domínio Cerrado foram coletadas em áreas de Cerrado fitofisionomia Cerradão, Cerrado sentido restrito e Cerrado rupestre localizados na região Sudoeste de Goiás entre 2017-2022 e mantidos sobre refrigeração a -12 °C.

As espécies possuem Vouchers depositados nos Herbários: Laboratório de Sistemática Vegetal pertencente ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e

Conservação pelo IF Goiano, localizado no mesmo Campus; Herbário Jataiense na Universidade Federal de Jataí, Campus Jatobá, Jataí, Goiás, Brasil, e Herbário do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, Goiânia, Goiás, Brasil.

Na Tabela 1 são apresentadas as espécies vegetais utilizadas na forma de extratos para avaliação da atividade inibitória da enzima AChE.

Tabela 1. Espécies vegetais utilizadas no ensaio de inibição de acetilcolinesterase.

Table 1. Plant species used in the acetylcholinesterase inhibition assay.

Nome científico	Voucher
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	61.014
<i>Anacardium humile</i> A. St. -Hil.	842
<i>Bauhinia forficata</i> Link	15.451
<i>Bauhinia monandra</i> Kurz	13.098
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	1116
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	958
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth.	2.071
<i>Brosimum gauaudichaudii</i> Trecul.	1.993
<i>Curatella americana</i> Linn	10.037
<i>Cochlospermum regium</i> (Mart. ex Schrank.) Pilger	844b
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess	13457
<i>Fridericia platyphylla</i> (Cham.) LG. Lohmann	13.157
<i>Fridericia florida</i> (DC.) LG. Lohmann	1.984
<i>Himatantibus obovatus</i> (Muell. Arg.) Woodson	12.374
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	1.011
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	1.924
<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	1.566
<i>Jacaranda ullei</i> Bureau & K. Schum.	11.013
<i>Kielmeyera lathrophytum</i> Saggi	2.937
<i>Mandevilla pohliana</i> (Stadelm.) A. H. Gentry	10.090
<i>Miconia chamissois</i> Naudin	1.987
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	10.017
<i>Myrciaria glazioviana</i>	3.997
<i>Oureate spectabilis</i>	1.923
<i>Oureate lancifolia</i> R. G. Chacon & K. Yamam.	1.671
<i>Protium spruceanum</i> (Benth.) Engl.	15.954
<i>Protium ovatum</i> Engl.	628
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	10.077
<i>Raulinoreitzia crenulata</i>	1.675
<i>Ruellia brevifolia</i> (Pohl.) C. Ezcurra	2.077
<i>Schubertia grandiflora</i> Mart. & Zucc.	1.989
<i>Stenocalyx dysentericus</i>	3.652
<i>Schinus molle</i> L.	1.210
<i>Schinus terebinthifolius</i>	12.401
<i>Salbertia convallariodora</i> A. St. -Hil.	2.047
<i>Styrax ferrugineus</i> Nedd & Mart.	1.056
<i>Spiranthera odoratissima</i> A. St. -Hil.	1.039
<i>Solanum lycocarpum</i> St. -Hil.	1.061
<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	1.284
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	2.033
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl.) G. Nichols	3.034
<i>Tibouchina stenocarpa</i> (Schrank & Mart. Ex DC.) Cogn.	1.988
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> (Lam.)	1.075

Nota: Todas as espécies vegetais utilizadas, foram identificadas pelo primeiro autor deste estudo.

Note: All plant species used were identified by the first author of this study.

2.3. Ensaio de inibição de AChE

O método colorimétrico para determinação da inibição da AChE seguiu conforme proposto por Milošević et al. (2020). A enzima conc. (0,09 U mL⁻¹), iodeto de acetilcolina conc. (0,014 M) e DTNB (0,01 M) foram dissolvidos em solução tampão fosfato conc. (0,1 M, pH = 8), e os extratos diluídos conc. 1 mg mL⁻¹ em solução tampão fosfato +

DMSO a 10% (*v/v*). Diluições dos extratos em série (40 µL) foram preparados diretamente em microplaca de 96 poços, de modo que a faixa de concentração no volume final fosse entre 0,4-400 µM.

As soluções foram ajustadas para 160 µL com tampão fosfato (0,1 M, pH = 8) e a enzima foi adicionada (20 µL). Após 15 min de incubação em D.B.O. sem fotoperíodo a 25 °C, foi adicionado alíquotas de DTNB (10 µL) e AChE (10 µL) aos poços. Em seguida, as placas foram homogeneizadas e a incubação continuou por mais 40 min. A absorbância (Abs) foi lida em 405 nm, em leitor de microplacas UV-Vis. Como branco, foi utilizado as soluções de tampão fosfato (180 µL) e DTNB (10 µL) e AChE (10 µL). A atividade enzimática máxima foi obtida pela substituição das amostras pela solução de tampão fosfato DMSO a 10% e a Abs dos extratos pela substituição da solução enzimática por tampão fosfato. Uma solução de eserina conc. (10 µM) foi usada como controle positivo (inibidor padrão). A porcentagem (%) de inibição da reação enzimática foi calculada de acordo com a equação 1:

$$\text{AChE (\%)} = \frac{[(A-B)-(C-D)]}{(A-B)} * 100 \quad (01)$$

em que: A, B, C e D são as absorbâncias da atividade enzimática máxima, branco de reação, atividade enzimática na presença das amostras e a cor das soluções das amostras, respectivamente. O ensaio de AChE foi realizado em triplicata.

2.4. Análise estatística

A atividade enzimática e o percentual de inibição da AChE foram calculados utilizando programa Excel® (versão 365 da Microsoft). A diferença estatística foi adotada utilizando teste de Student com $P < 0,05$ de confiabilidade utilizando o programa Sisvar.

3. RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta os percentuais de inibição de AChE para os extratos florais aquoso, hidroetanólico 70% e etanólico 98%. Dos 43 extratos florais sobre a inibição de AChE, *C. regium*, *J. ulai*, *O. spectabilis*, *O. lancifolia* e *S. ferrugineus* apresentaram as mais altas taxas de inibição. Os extratos florais de *A. humile*, *B. forficata*, *F. florida*, *H. stigonocarpa*, *H. courbaril*, *K. lathrophytum*, *M. guianensis*, *P. spruceanum*, *P. ovatum*, *Q. grandiflora*, *S. grandiflora*, *S. dysentericus*, *S. convallariodora*, *T. stenocarpa* e *Z. rhoifolium* não demonstram nenhuma atividade sobre AChE.

4. DISCUSSÃO

Extratos florais cuja inibição sobre AChE foi maior que 50% demonstram aptidão para fracionamento por cromatografia em camada delgada (CCD), cromatografia em coluna (CC) e quantificação dos teores das fitomoléculas comparadas a padrões por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) (MOTA et al., 2002).

Ainda, são poucos os estudos que avaliam extratos florais ou capítulos florais sobre a inibição de AChE. Em nossos achados literários, nos deparamos com os estudos de Oliveira et al. (2021) com extrato etanólico floral de *Bauhinia monandra* (Fabaceae) por microdiluição (positiva) e intensidade de inibição moderada, e Marques et al. (2013) onde os pesquisadores encontraram atividade de inibição sobre AChE positiva e intensidade alta no método *in vivo*, a partir

do extrato etanólico floral de *Bellis perennis* (Asteraceae). Resultados animadores também foram obtidos por Feitosa et al. (2011) para *Bougainvillea glabra* (Nyctaginaceae), *Ipomoea asarifolia* (Convolvulaceae), *Cassia fistula* (Fabaceae) e *Phyllanthus amarus* (Euphorbiaceae) a partir dos extratos metanólicos florais por microdiluição onde os pesquisadores encontraram atividade positiva e intensidade alta sobre inibição da AChE.

Tabela 2. Inibição e classificação da intensidade de inibição de AChE pelos extratos hidroetanólico 70% e etanólico 98% floral de espécies vegetais do Cerrado.

Table 2. Inhibition and classification of AChE inhibition intensity by 70% hydroethanolic and 98% floral ethanolic extracts from Cerrado plant species.

Nome científico	(%) de inibição de AChE	Intensidade de inibição
<i>A. peregrina</i>	43 ^b	Moderada
<i>A. humile</i>	- ^a	Inexistente
<i>B. forficata</i>	- ^b	Inexistente
<i>B. monandra</i>	18 ^b	Fraca
<i>B. rufa</i>	23 ^c	Fraca
<i>B. verbascifolia</i>	18 ^c	Fraca
<i>B. coccolobifolia</i>	17 ^b	Fraca
<i>B. gaundichaudii</i>	28 ^b	Fraca
<i>C. americana</i>	10 ^b	Fraca
<i>C. regium</i>	78 ^b	Potente
<i>E. pyriformis</i>	15 ^c	Fraca
<i>F. platyphylla</i>	41 ^c	Moderada
<i>F. florida</i>	- ^a	Inexistente
<i>H. obovatus</i>	14 ^b	Fraca
<i>H. stigonocarpa</i>	- ^b	Inexistente
<i>H. courbaril</i>	- ^b	Inexistente
<i>J. cuspidifolia</i>	35 ^b	Moderada
<i>J. ulai</i>	62 ^b	Potente
<i>K. lathrophytum</i>	- ^a	Inexistente
<i>M. pohliana</i>	33 ^b	Moderada
<i>M. chamissois</i>	13 ^b	Fraca
<i>M. guianensis</i>	- ^c	Inexistente
<i>M. glazioviana</i>	11 ^b	Fraca
<i>O. spectabilis</i>	93 ^b	Potente
<i>O. lancifolia</i>	90 ^b	Potente
<i>P. spruceanum</i>	- ^a	Inexistente
<i>P. ovatum</i>	- ^a	Inexistente
<i>Q. grandiflora</i>	- ^b	Inexistente
<i>R. crenulata</i>	16 ^b	Fraca
<i>R. brevifolia</i>	8 ^c	Fraca
<i>S. grandiflora</i>	- ^a	Inexistente
<i>S. dysentericus</i>	- ^c	Inexistente
<i>S. molle</i>	12 ^c	Fraca
<i>S. terebinthifolius</i>	7 ^c	Fraca
<i>S. convallariodora</i>	- ^a	Inexistente
<i>S. ferrugineus</i>	97 ^b	Potente
<i>S. odoratissima</i>	- ^c	Inexistente
<i>S. lycocarpum</i>	16 ^b	Fraca
<i>T. impetiginosa</i>	48 ^b	Moderada
<i>T. roseoalba</i>	6 ^b	Fraca
<i>T. serratifolia</i>	27 ^b	Fraca
<i>T. stenocarpa</i>	- ^a	Inexistente
<i>Z. rhoifolium</i>	- ^a	Inexistente

Nota: Atividade Inexistente (-). Atividade Fraca (< 30%). Atividade Moderada (> 30 até 50%). Atividade Potente (> 50%). (a) Extrato Aquoso. (b) Extrato Hidroetanólico 70%. (c) Extrato Etanólico 98%.

Note: Non-existent Activity (-). Weak Activity (< 30%). Moderate Activity (> 30 at 50%). Powerful Activity (> 50%). (a) Aqueous Extract. (b) Hydroethanolic Extract 70%. (c) Ethanol Extract 98%.

Óleo essencial floral extraído pelo método de hidrodestilação em aparato de Clevenger nos estudos com

Lantana camara (Verbenaceae) por Santos et al. (2015) e em *Pelargonium* × ssp. (Geraniaceae) por microdiluição (Lima et al., 2021), apresentaram atividade positiva e intensidade alta sobre a inibição de AChE.

Além dos extratos e óleos essenciais florais, outros órgãos de inúmeros vegetais nos mais diversos tipos de solventes extratores, frações e subfrações desses, demonstraram fraca, média e alta capacidade de inibição dessa enzima, como se observa em um estudo de revisão proposto por Lopes et al. (2022), e apresentados por Hassan et al. (2018) e Zaidi et al. (2019). Complementando sobre o uso de extratores químicos, o etanol apresentou ser o solvente com melhor resultado na obtenção de um número considerável de grupos de fitomoléculas em extratos vegetais diversos, seguido de metanol, acetato de etila, água, solução hidroetanólica 70% e *n*-hexano.

Ainda nesse estudo retrospectivo, o órgão floral não seja inexistente entre os demais órgãos, Lopes et al. (2022) reportam que para capítulos florais apresenta 2% e para flores 8% do total de estudos, embora ainda baixos quando comparados a outros órgãos de um vegetal como galhos 37%, folhas 94%, bulbo 22% e 21% partes aéreas em seu levantamento bibliográfico.

O ensaio de atividade sobre AChE mais utilizado, é o de microplacas de 96 poços, essa resposta aos nossos achados, corrobora com Lopes et al. (2022) onde em um levantamento dos métodos obteve resultado de 54,17%. Além disso, a economia dos reagentes que na maioria são de alto custo, gera-se também resultados rápidos em um tempo diminuto. Uma microplaca é capaz de fazer dezenas de ensaios de inibição enzimática ao mesmo tempo e isso proporciona também menor tempo nos resultados e escolha de possíveis extratos e óleos candidatos a testes mais sensíveis *in vivo* por exemplo, na busca da fitomolécula responsável pela alta capacidade de inibir a AChE.

5. CONCLUSÕES

Nossos achados permitem concluir que os extratos aquoso, hidroetanólico 70% e etanólico 98% apresentam efetiva ação de inibição da AChE na maioria dos extratos florais avaliados. Estudos futuros devem ser realizados sobre a partição e purificação das frações para que se possa isolar através de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) ou cromatografia líquida de alta eficiência por contracorrente (CLAE-CC) as moléculas responsáveis pela atividade inibitória de acetilcolinesterase.

6. REFERÊNCIAS

DANTAS, D.; SOUZA, M. J.; VIEIRA, A.; OLIVEIRA, M.; PEREIRA, I.; MACHADO, E.; SOUZA, C. M.; ROCHA, W. Soil influences on tree species distribution in a Rupestrian Cerrado area. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 4, p. 1-9, 2018. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.060517>

DUBOIS, B.; VILLAIN, N.; FRISONI, G. B.; RABINOVICI, G. D.; SABBAGH, M.; CAPP, S.; BEJANIN, A. et al. Clinical diagnosis of Alzheimer's disease: recommendations of the International working group. **The Lancet Neurology**, v. 20, n. 6, p. 484-496, 2021. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(21\)00066-1](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(21)00066-1)

ELLMAN, G. L. Tissue sulfhydryl groups. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 82, n. 1, p. 70-77, 1959. [https://doi.org/10.1016/0003-9861\(59\)90090-6](https://doi.org/10.1016/0003-9861(59)90090-6)

FEITOSA, C. M.; FREITAS, R. M.; LUZ, N. N. N.; BEZERRA, M. Z. B.; TREVISAN, M. T. S. Acetylcholinesterase inhibition by some promising Brazilian medicinal plants. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 3, p. 783-789, 2021. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842011000400025>

HASSAN, D.; KHALIL, A. T.; DIALLO, A.; KHAMLICH, S.; SHINWARI, Z. K.; MAAZA, M. Biosynthesis of pure hematite phase magnetic iron oxide nanoparticles using floral extracts of *Callistemon viminalis* (bottlebrush): their physical properties and novel biological applications. **Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology**, v. 46, n. 1, p. 693-707, 2018. <https://doi.org/10.1080/21691401.2018.1434534>

LIMA, L. R.; ANDRADE, F. K.; ALVES, D. R.; MORAIS, S. M.; VIEIRA, R. S. Anti-acetylcholinesterase and toxicity against *Artemia salina* of chitosan microparticles loaded with essential oils of *Cymbopogon flexuosus*, *Pelargonium* × ssp and *Copaifera officinalis*. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 167, n. 1, p. 1361-1370, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.11.090>

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, e6211124262, 2022. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i1.24262>

MASONDO, N. A.; STAFFORD, G. I.; AREMU, A. O.; MAKUNGA, N. P. Acetylcholinesterase inhibitors from Southern African plants: an overview of ethnobotanical, Pharmacological potential and phytochemical research including and beyond Alzheimer's disease treatment. **South African Journal of Botany**, v. 120, p. 39-64, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.09.011>

MARQUES, T. H. C.; SANTOS, P. S.; FREITAS, R. M.; CARVALHO, R. B. F.; MELO, C. H. S.; DAVID, J. P.; DAVID, J. M.; LIMA, L. S. Atividade anticolinesterásica e perfil químico de uma fração cromatográfica ativa do extrato etanólico das flores *Bellis perennis* L. (Asteraceae). **Química Nova**, v. 36, n. 4, p. 549-553, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000400012>

MILOŠEVIĆ, M. D.; MARINKOVIĆ, A. D.; PETROVIĆ, P.; KLAUS, A.; NIKOLIĆ, M. G.; PRLAINOVIĆ, N. Ž.; CVIJETIĆ, I. N. Synthesis, characterization and SAR studies of bis(imino)pyridines as antioxidants, acetylcholinesterase inhibitors and antimicrobial agents. **Bioorganic Chemistry**, v. 102, e104073, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2020.104073>

MOTA, W. M.; BARROS, M. L.; CUNHA, P. E. L.; SANTANA, M. V. A.; STEVAM, C. S.; LEOPOLDO, P. T. G.; FERNANDES, R. P. M. Avaliação da inibição da acetilcolinesterase por extratos de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 4, p. 624-628, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000400008>

NEVES, A. M.; MORAIS, S. M.; SANTOS, H. S.; FERREIRA, M. M.; CRUZ, R. C. V.; SOUZA, E. B.; ANDRADE, L. B. S.; FONTENELLE, R. O. S. Prospecção química, atividade antioxidante, anticolinesterásica e antifúngica de extratos etanólicos de espécies de *Senna* Mill. (Fabaceae). **Hoehnea**, v. 49, 2022. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-111/2020>

- OLIVEIRA, D. P.; CAVALCANTI, E. S. B.; MORAIS, S. M., PINTO, C. C. C.; LOPES, F. F. S.; RODRIGUES, A. L. M.; ALVES, D. R.; MAIA, A. I. V. Perfil cromatográfico por HPLC-DAD, potencial antiacetilcolinesterase e toxicidade de extratos etanólicos da espécie *Bauhinia Monandra*. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 1183-1197, 2021. <https://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n1-080>
- RHEE, I. K.; Van DE MEENT, M.; INGGANINAN, K.; VERPOORTE, R. Screening for acetylcholinesterase inhibitors from amaryllidaceae using sílica gel thin-layer chromatography in combination with bioactivity staining. **Journal of Chromatography A**, v. 915, n. 1-2, p. 217-223, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)00624-0](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)00624-0)
- SANTOS, R. C. S.; MELO FILHO, A. A.; CHAGAS, E. A.; TAKAHASHI, J. A.; FERRAZ, V. P.; FERNANDEZ, I. M.; RIBEIRO, P. R. E.; MELO, A. C. G. R.; HOLANDA, L. C. Chemical composition, antimicrobial and anti-acetylcholinesterase activities of essential oil from *Lantana camara* (Verbenaceae) flowers. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 9, n. 35, p. 922-928, 2015. <http://dx.doi.org/10.5897/jmpr2015.5919>
- ZAIDI, H.; OUCHEMOUKH, S.; AMESSIS- OUCHEMOUKH, N.; DEBBACHE, N.; PACHECO, R.; SERRALHEIRO, M. L.; ARAUJO, M. E. Biological properties of phenolic compound extracts in selected Algerian honeys – the inhibition of acetylcholinesterase and α -glucosidase activities. **European Journal of Integrative Medicine**, v. 25, p. 77-84, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2018.11.008>

Agradecimentos: Ao Instituto Federal Goiano; aos Laboratórios de Biomoléculas e Bioensaios, Águas e Efluentes e de Química Tecnológica; a Central Multiusuário Analítica; aos órgãos de fomento em pesquisa, CAPES – Centro de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, FINEP – Financiadora de Projetos e Pesquisas, CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e FAPEG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás.

Contribuição dos autores: A.C.P.M.F; M.V.A.V. – metodologia, coleta vegetal, coleta de dados, produção dos extratos, atividade experimental, análise estatística, escrita, submissão e publicação; I.A. – correção escrita, leitura científica. C.F.S.C. – metodologia de inibição da AChE. F.A.L.S.; M.B.T. – orientador e coorientador, obtenção de financiamento, supervisão e redação final.

Financiamento: Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Goiás – FAPEG (Bolsa de Doutorado para o primeiro autor).

Revisão por comitê institucional: Não se aplica.

Comitê de Ética: Não se aplica.

Disponibilização de dados: Os dados desse estudo podem ser obtidos mediante solicitação ao autor correspondente ou primeiro autor, através do e-mail (astronomoamadorgoias@gmail.com).

Conflito de Interesse: Os autores declaram que não existem conflitos de interesse com outros pesquisadores ou instituições.