

Terapêutica da Doença de Alzheimer com Fungos do gênero *Cordyceps*: Indicações Atuais e Perspectivas Futuras de seu uso

Therapeutics of Alzheimer's Disease with Fungi of the Genus *Cordyceps*: Current Indications and Future Perspectives of Its Use

Terapéutica de la Enfermedad de Alzheimer con Hongos del Género *Cordyceps*: Indicaciones Actuales y Perspectivas Futuras de su Uso

Luana Borsoi Alves¹, Edvaldo José Rodrigues Cardoso².

Como citar: Alves LB, Cardoso EJ. Terapêutica da Doença de Alzheimer com Fungos do gênero *Cordyceps*: Indicações Atuais e Perspectivas Futuras de seu uso. REVISA. 2026; 15(Esp.4): 54-60 Doi: <https://doi.org/10.36239/revisa.v15.nEsp4.54a60>

REVISA

1. Universidade Federal de Alfenas, Faculdade de Medicina, Alfenas, MG, Brasil
<https://orcid.org/0009-0002-8633-6930>

2. Universidade Federal de Alfenas, Faculdade de Medicina, Alfenas, MG, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0002-9701-450X>

Recebido 27/01/2026
Aprovado: 22/03/2026

RESUMO

Objetivo: A Doença de Alzheimer (DA) é a demência mais prevalente, caracterizada por declínio cognitivo e funcional progressivo. Os tratamentos atuais apresentam eficácia limitada, estimulando a busca por alternativas com compostos naturais. Fungos do gênero *Cordyceps*, especialmente *C. sinensis* e *C. militaris*, contêm bioativos como cordicepina, polissacarídeos e peptídeos enriquecidos com selênio, associados a efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios e neuroprotetores. Esta revisão narrativa, baseada no PRISMA®, analisou 9 artigos publicados entre 2015 e 2025. Os estudos indicaram modulação de vias como CREB/NGF e AMPK/mTOR, com melhora da plasticidade sináptica, redução do estresse oxidativo e da neuroinflamação. Apesar do potencial terapêutico, a ausência de ensaios clínicos em humanos limita sua aplicação prática. Conclui-se que *Cordyceps sp.* é um candidato promissor como coadjuvante no tratamento da DA, necessitando validação clínica.

Palavras-chave: Doença de Alzheimer; *Cordyceps sp.*; Cordicepina; Neuroproteção; Fungos medicinais.

ABSTRACT

Objective: Alzheimer's Disease (AD) is the most prevalent dementia, marked by progressive cognitive and functional decline. Current treatments show limited efficacy, leading to interest in natural compounds. Fungi of the genus *Cordyceps*, mainly *C. sinensis* and *C. militaris*, contain bioactives such as cordycepin, polysaccharides, and selenium-enriched peptides with antioxidant, anti-inflammatory, and neuroprotective actions. This narrative review, based on PRISMA®, analyzed 9 articles (2015–2025). Findings suggest modulation of pathways such as CREB/NGF and AMPK/mTOR, improving synaptic plasticity and reducing oxidative stress and neuroinflammation. Despite these promising effects, the lack of clinical trials in humans restricts therapeutic use. *Cordyceps sp.* emerges as a potential adjuvant in AD treatment, but further clinical validation is needed.

Keywords: Alzheimer's Disease; *Cordyceps sp.*; Cordycepin; Neuroprotection; Medicinal fungi.

RESUMEN

Objetivo: La Enfermedad de Alzheimer (EA) es la demencia más prevalente, caracterizada por deterioro cognitivo y funcional progresivo. Los tratamientos actuales tienen eficacia limitada, lo que impulsa el interés en compuestos naturales. Los hongos del género *Cordyceps*, en especial *C. sinensis* y *C. militaris*, poseen bioactivos como cordicepina, polisacáridos y péptidos enriquecidos con selenio, con efectos antioxidantes, antiinflamatorios y neuroprotectores. Esta revisión narrativa, basada en PRISMA®, analizó 9 artículos publicados entre 2015 y 2025. Los resultados mostraron modulación de vías como CREB/NGF y AMPK/mTOR, con mejora de la plasticidad sináptica y reducción del estrés oxidativo y la neuroinflamação. A pesar de los hallazgos prometedores, la falta de ensayos clínicos en humanos limita su aplicación. Se concluye que *Cordyceps sp.* es un coadyuvante prometedor en el tratamiento de la EA, requiriendo validación clínica.

Palabras clave: Enfermedad de Alzheimer; *Cordyceps sp.*; Cordicepina; Neuroprotección; Hongos medicinale.

Introdução

A Doença de Alzheimer (DA) é uma condição neurodegenerativa progressiva e incurável, caracterizada pela deterioração cognitiva, perda de memória e declínio funcional, afetando principalmente indivíduos idosos. A sua fisiopatologia envolve mecanismos de alterações neuropatológicas típicas como acúmulo de proteínas disfuncionais: placas de peptídeo beta-amilóide (A β) - placas senis e proteína Tau quando hiperfosforilada se dissocia dos microtúbulos (MTs), gerando instabilidade estrutural desses, além de emaranhados neurofibrilares (NFTs) e propagação autocatalítica dos NFTs de outros neurônios. Essas alterações podem causar a indução de morte neuronal; disfunções da mitocôndria, da plasticidade sináptica (LTP), das sinapses; neuroinflamação; estresse oxidativo; ativação da via anormal das quinases, neurodegeneração geral^{1,2}.

A epidemiologia da DA, segundo estudos^{1,2}, é a forma mais prevalente de demência em âmbito mundial. Atualmente, existem cerca de 50 milhões de pacientes com Alzheimer no mundo, e este número deve mais que duplicar até 2050^{1,2}. Inclusive, no Brasil, temos cerca de 8,5% - equivalente a 2 milhões da população brasileira e com mais de 60 anos que convive com a doença³. Além disso, estimativas indicam que, ao se considerar uma definição biomolecular da doença, sua incidência poderá triplicar. O risco de desenvolvê-la depende em 60-80% de fatores hereditários, com mais de 40 loci genéticos já associados, sendo o alelo da apolipoproteína E (ApoE) o de maior impacto². O impacto do Alzheimer é grande, com custos globais estimados em US\$1 trilhão por ano, configurando uma doença que está se tornando uma das mais caras, letais, onerosas do século; com impacto crescente nos sistemas de saúde, na carga social e na mortalidade global. A doença afeta não só os pacientes, mas também suas famílias e o sistema de saúde, devido à necessidade de cuidados prolongados e de apoio contínuo¹⁻⁴.

Apesar de existirem medicamentos aprovados, como os inibidores da acetilcolinesterase e os antagonistas do receptor N-metil-D-aspartato (NMDA), esses fármacos apresentam eficácia modesta e estão frequentemente associados a efeitos colaterais indesejáveis, como náuseas, bradicardia e confusão mental. Além disso, não atuam diretamente nas causas subjacentes da doença, ou seja, apenas retardam seus sintomas clínicos, o que reforça a necessidade de abordagens terapêuticas mais eficazes, seguras e acessíveis².

É nesse cenário que os fungos medicinais, especialmente os do gênero *Cordyceps*, vêm sendo investigados. Trata-se de um grupo de fungos ascomicetos entomopatogênicos que se desenvolvem em artrópodes. *C. sinensis* e *C. militaris* são as espécies mais estudadas e tradicionalmente utilizadas na medicina oriental para tratar doenças renais, respiratórias, fadiga e envelhecimento⁵. Compostos bioativos presentes nesses fungos, como a cordicepina, polissacarídeos e peptídeos enriquecidos com selênio, têm mostrado propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes, imunomoduladoras e mais recentemente neuroprotetoras⁶⁻⁸. Estudos *in vitro* e *in vivo* demonstraram que esses compostos são capazes de reduzir o estresse oxidativo, modular a inflamação neural, promover autofagia e melhorar a plasticidade sináptica⁹⁻¹¹. A partir de 2018, a literatura científica começou a se voltar com maior intensidade para a aplicação dos *Cordyceps sp.* em doenças

neurodegenerativas, como Alzheimer e Parkinson, buscando compreender seus efeitos sobre vias moleculares específicas, como a *cAMP response element-binding protein* - proteína de ligação ao elemento de resposta ao AMP cíclico/*Nerve Growth Factor* - fator de crescimento nervoso (CREB/NGF) e *AMP-activated protein kinase* - proteína quinase ativada por AMP/*mechanistic target of rapamycin* (alvo mecanístico da rapamicina (AMPK/mTOR)^{11,10}. Apesar dos resultados promissores, ainda há escassez de ensaios clínicos que sustentem de forma concreta seu uso terapêutico em humanos. A maioria das evidências provém de experimentações pré-clínicas com modelos murinos, o que reforça a importância de revisões narrativas para consolidar os achados e apontar caminhos para pesquisas futuras¹².

Objetivo

Analisar as indicações terapêuticas atuais e as perspectivas futuras do uso de fungos do gênero *Cordyceps* na Doença de Alzheimer, conceituando a DA - suas características clínicas e impacto na saúde pública. Além de apresentar o gênero *Cordyceps* e seus principais compostos bioativos; discutindo as suas evidências científicas atuais do seu uso no tratamento da Doença de Alzheimer. E por fim, analisar as perspectivas futuras e potenciais aplicações terapêuticas do *Cordyceps sp.* para a doença.

Metodologia

Este projeto trata-se de uma revisão narrativa da literatura, com a metodologia PRISMA®, com o propósito de reunir e analisar criticamente as evidências científicas disponíveis sobre o uso terapêutico dos fungos do gênero *Cordyceps* na Doença de Alzheimer.

A busca pelos estudos foi realizada na base de dados PubMed, a construção da estratégia de busca, foram utilizados os descritores em língua inglesa, portuguesa, espanhola e francesa, "*Alzheimer's disease*" OR "*Neurodegenerative Diseases*" AND "*Cordyceps*", a fim de refinar os resultados e contemplar a maior quantidade possível de estudos relevantes. Os critérios de inclusão adotados foram: disposição em texto completo, publicadas entre 2015 a 2025, e que abordassem diretamente a relação entre os compostos bioativos extraídos do gênero *Cordyceps* e seus efeitos sobre os mecanismos fisiopatológicos da Doença de Alzheimer. Foram excluídos da análise os artigos considerados incompatíveis com a proposta da pesquisa, como aqueles que não apresentavam relação direta com a temática, bem como estudos na forma de pré-impresões e publicações indisponíveis na íntegra por meio do Portal de Periódicos da CAPES. Inicialmente, foram identificados 19 estudos.

Após a leitura dos títulos e resumos, 5 artigos foram excluídos por não se adequarem ao escopo da pesquisa. Na etapa seguinte, procedeu-se à leitura integral dos textos selecionados, o que resultou na exclusão de 4 artigos por ausência de critérios metodológicos adequados citados acima. Além disso, 3 estudos foram excluídos devido à indisponibilidade de acesso ao conteúdo completo na íntegra. Ao

final do processo de triagem, 9 artigos compuseram esta revisão, e o fluxograma de seleção de estudos está disponível na Figura 1.

Os estudos selecionados foram analisados de forma crítica e categorizados segundo 3 eixos principais: os mecanismos de ação farmacológica dos compostos extraídos de *Cordyceps sp.* sobre a fisiopatologia da Doença de Alzheimer; a eficácia dessas substâncias em modelos experimentais, como culturas celulares e ensaios com animais; e os possíveis efeitos colaterais ou limitações observadas.

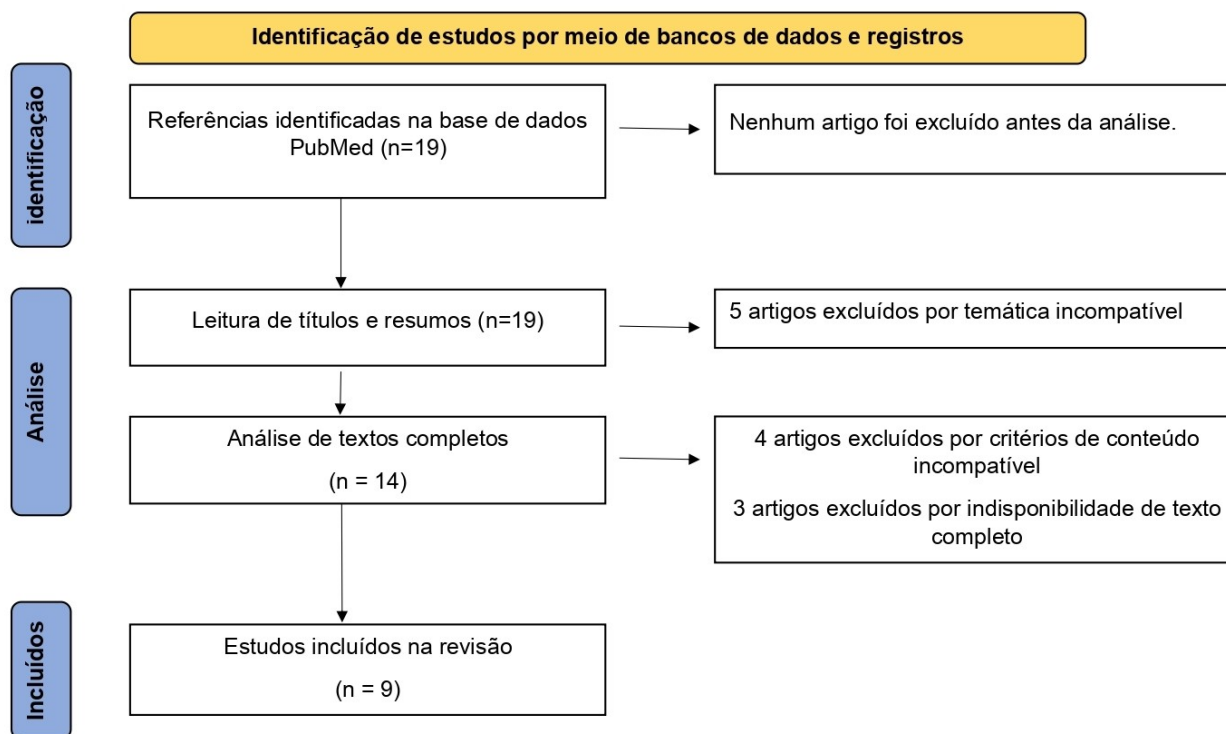


Figura 1 - Fluxograma PRISMA® para seleção de estudos (PAGE *et al.*, 2020). Fonte: Elaborado pelos autores.

Resultados

Os trabalhos incluídos destacaram que a cordicepina e outros metabólitos apresentam atividades antioxidantes, anti-inflamatórias e neuroprotetoras^{6-11,13-15}. Sendo que os estudos no eixo 1, sugerem que a modulação da neuroinflamação pela regulação de citocinas pró-inflamatórias⁷; foi demonstrado pela farmacologia de rede e docking molecular, a interação da cordicepina com alvos como acetilcolinesterase (AChE), proteína precursora amilóide (APP) e enzima β -secretase 1 (BACE1)¹¹; foi observado a atenuação do estresse oxidativo e ativação de vias autofágicas⁸; destacaram a ação de multialvos - *multitarget* de bioativos do *Cordyceps sp.*, com efeitos antioxidantes e antiapoptóticos⁶. Um estudo mostrou que peptídeos de selênio derivados de *C. militaris* reduzem neuroinflamação e modulam a microbiota intestinal⁹ e em um outro identificaram a inibição da enzima Acil-CoA/Colesterol Aciltransferase (ACAT) pelos beauveriolides (I e III) - ciclopeptídeos produzidos por uma bactéria de *C. militaris*, regulando o metabolismo lipídico associado à DA¹³.

O eixo 2, mostrou que estudos *in vivo* e *in vitro* confirmaram benefícios dos compostos. Verificou-se que a cordicepina modula a regulação epigenética

neuronal em camundongos transgênicos¹⁴, relatou-se a melhora da plasticidade sináptica, mediada pela via CREB/NGF e pela polarização microglial para o fenótipo M2 (ou seja, ativação alternativa, antiinflamatória e neuroprotetora, característica de microglia que libera fatores neurotróficos como NGF, favorecendo reparar e regenerar o tecido neural)¹⁰, reportou-se a melhora em parâmetros de autofagia e estresse oxidativo⁸, e observou-se a redução da neuroinflamação em camundongos tratados com peptídeos enriquecidos com selênio⁹.

O eixo 3, demonstrou que as principais limitações foram a ausência de ensaios clínicos em humanos e a predominância de estudos pré-clínicos. Indicou-se que a afinidade da cordicepina com AChE por modelagem molecular, mas sem validação experimental¹⁵; foi reforçado que os resultados são limitados a simulações¹¹, ressaltaram que a falta de dados sobre biodisponibilidade e toxicidade em humanos⁶, e também destacaram que os efeitos observados em animais ainda precisam de confirmação translacional⁹.

Discussão

Os achados reforçam o potencial terapêutico dos fungos do gênero *Cordyceps* na DA, especialmente pela ação multitarget de seus bioativos. No eixo 1, resultados sugerem que a cordicepina modula múltiplas vias envolvidas na neurodegeneração, atuando na inflamação, no estresse oxidativo e no metabolismo lipídico^{6,7,8,9,13}. Esse perfil *multitarget* é particularmente relevante diante da complexidade fisiopatológica da DA, na qual diversas cascatas moleculares estão envolvidas.

No eixo 2, foi visto a eficácia em modelos experimentais: estudos em culturas celulares e modelos murinos indicam melhora em processos como plasticidade sináptica, neurogênese e homeostase da microbiota intestinal^{10,14}. Esses resultados apontam que compostos de *Cordyceps sp.* podem exercer efeitos neuroprotetores sistêmicos. Contudo, a transposição desses dados para humanos é limitada.

No eixo 3, exibiram que os efeitos colaterais e limitações mostram que apesar dos achados promissores, as principais limitações incluem a ausência de ensaios clínicos, a baixa biodisponibilidade oral e a falta de padronização de doses^{11,12,15}. O qual indica-se que o uso terapêutico ainda deve ser considerado experimental, necessitando de aumento de estudos nas pesquisas científicas, para ter um respaldo final para o uso dos fungos *Cordyceps sp.* em humanos no futuro.

Conclusão

A Doença de Alzheimer representa um dos maiores desafios da saúde pública mundial e brasileira, não apenas pelo impacto clínico e funcional sobre os pacientes, mas também pelos elevados custos sociais e econômicos que impõe¹⁻⁴. Apesar dos avanços terapêuticos atuais, as abordagens farmacológicas disponíveis ainda se mostram limitadas, uma vez que não atuam diretamente sobre os mecanismos fisiopatológicos da doença, restringindo-se ao controle sintomático².

Nesse contexto, os fungos do gênero *Cordyceps* surgem como uma alternativa promissora, em razão de seus compostos bioativos, como cordicepina, polissacarídeos e peptídeos enriquecidos com selênio, que demonstraram efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios, neuroprotetores e moduladores de múltiplas vias moleculares envolvidas na neurodegeneração^{6-11,13-15}. Os achados reunidos nesta revisão narrativa apontam para um potencial terapêutico multitarget, capaz de atuar em processos como estresse oxidativo, neuroinflamação, metabolismo lipídico, plasticidade sináptica e homeostase intestinal^{6-10,13-14}.

Entretanto, apesar dos resultados animadores obtidos em modelos pré-clínicos, a transposição desses efeitos para a prática clínica permanece limitada. As principais barreiras incluem a ausência de ensaios clínicos em humanos, a baixa biodisponibilidade oral, a falta de padronização de doses e lacunas no entendimento da toxicidade a longo prazo^{6,11,12,15}. Assim, embora os *Cordyceps sp.* se apresentem como uma perspectiva inovadora e potencialmente eficaz no tratamento da DA, seu uso ainda deve ser considerado experimental.

Portanto, conclui-se que a terapêutica com *Cordyceps sp.* para a Doença de Alzheimer possui relevância científica e potencial aplicabilidade futura, mas exige a expansão de estudos translacionais e clínicos que consolidam sua segurança, eficácia e viabilidade no contexto humano. O fortalecimento dessas pesquisas poderá não apenas ampliar as opções terapêuticas disponíveis, mas também representar um avanço significativo no enfrentamento de uma das enfermidades mais impactantes do século.

Referências

1. BREIJYEH, Zeinab; KARAMAN, Rafik. Comprehensive Review on Alzheimer's Disease: causes and treatment. *Molecules*, [S.L.], v. 25, n. 24, p. 5789, 8 dez. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules25245789>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7764106/>. Acesso em: 9 mar. 2025.
2. SCHELTENS, Philip; DE STROOPER, Bart; KIVIPELTO, Miia; CHÉTELAT, Gaël; CUMMINGS, Jeffrey; TEUNISSEN, Charlotte E.; HOLSTEGE, Henne; VAN DER FLIER, Wiesje M. Alzheimer's disease. *The Lancet*, London, v. 397, n. 10284, p. 1577-1590, 2 mar. 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8354300/>. Acesso em: 9 mar. 2025.
3. BRASIL. Ministério da Saúde. Relatório Nacional sobre a Demência estima que cerca de 8,5% da população idosa convive com a doença. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 20 set. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2024/setembro/relatorio-nacional-sobre-a-demencia-estima-que-cerca-de-8-5-da-populacao-idosa-convive-com-a-doenca>. Acesso em: 9 mar. 2025.
4. FEDERAÇÃO BRASILEIRA DAS ASSOCIAÇÕES DE ALZHEIMER (FEBRAZ). Relatório Mundial de Alzheimer 2024: um alerta urgente sobre a demência. 20

set. 2024. Disponível em: <https://febraz.org.br/relatorio-mundial-de-alzheimer-2024-um-alerta-urgente-sobre-a-demencia/>. Acesso em: 9 mar. 2025.

5. OLATUNJI, Opeyemi Joshua; TANG, Jian; TOLA, Adesola; AUBERON, Florence; OLUWANIYI, Omolara; OUYANG, Zhen. The genus *Cordyceps*: An extensive review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *Fitoterapia*, v. 129, p. 293–316, set. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2018.05.010>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29775778/>. Acesso em: 10 mar. 2025.
6. SHARMA, Himadri; SHARMA, Niti; AN, Seong Soo A. Unique Bioactives from Zombie Fungus (*Cordyceps*) as Promising Multitargeted Neuroprotective Agents. *Nutrients*, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 102, 27 dez. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/nu16010102>. Acesso em: 9 mar. 2025.
7. GOVINDULA, Anusha; PAI, Anuja; BAGHEL, Saahil; MUDGAL, Jayesh. Molecular mechanisms of cordycepin emphasizing its potential against neuroinflammation: an update. *European Journal Of Pharmacology*, [S.L.], v. 908, p. 174364, out. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejphar.2021.174364>. Acesso em: 9 mar. 2025.
8. SORAKSA, Natchadaporn; HEEBKAEW, Nudjanad; PROMJANTUEK, Wilasinee; KUNHORM, Phongsakorn; KAOKEAN, Palakorn; CHAICHAROENAUDOMUNG, Nipha; NOISA, Parinya. Cordycepin, a bioactive compound from *Cordyceps* spp., moderates Alzheimer 's disease-associated pathology via anti-oxidative stress and autophagy activation. *Journal of Asian Natural Products Research*, [S.L.], v. 26, n. 5, p. 583-603, 21 set. 2023. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10286020.2023.2258797>. Acesso em: 16 mar. 2025.
9. WU, Shujian; WU, Qingping; WANG, Juan; LI, Yangfu; CHEN, Bo; ZHU, Zhenjun; HUANG, Rui; CHEN, Mengfei; HUANG, Aohuan; XIE, Yizhen. Novel Selenium Peptides Obtained from Selenium-Enriched *Cordyceps militaris* Alleviate Neuroinflammation and Gut Microbiota Dysbacteriosis in LPS-Injured Mice. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, [S.L.], v. 70, n. 10, p. 3194-3206, 3 mar. 2022. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jafc.1c08393>. Acesso em: 16 mar. 2025.
10. JIAO, L.; YU, Z.; ZHONG, X.; YAO, W.; XING, L.; MA, G.; SHEN, J.; WU, Y.; DU, K.; LIU, J.; TONG, J.; FU, J.; WEI, M.; LIU, M. Cordycepin improved neuronal synaptic plasticity through CREB-induced NGF upregulation driven by MG-M2 polarization: a microglia-neuron symphony in AD. *Biomed Pharmacother*. 2023 Jan;157:114054. doi: 10.1016/j.biopha.2022.114054. Epub 2022 Nov 30. PMID: 36462314. Acesso em: 9 mar. 2025.

11. MA, X.; ZHAO, Y.; YANG, T.; GONG, N.; CHEN, X.; LIU, G.; XIAO, J. Integration of network pharmacology and molecular docking to explore the molecular mechanism of Cordycepin in the treatment of Alzheimer's disease. *Front Aging Neurosci.* 2022 Dec 23;14:1058780. doi: 10.3389/fnagi.2022.1058780. PMID: 36620771; PMCID: PMC9817107. Acesso em: 16 mar. 2025.
12. SILVA, Ana Margarida; PRETO, Marco; GROSSO, Clara; VIEIRA, Mónica; DELERUE-MATOS, Cristina; VASCONCELOS, Vitor; REIS, Mariana; BARROS, Lillian; MARTINS, Rosário. Tracing the path between mushrooms and Alzheimer 's disease – A literature review. *Molecules*, Basel, v. 28, n. 14, p. 5614, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules28145614>. Acesso em: 10 mar. 2025.
13. WANG, Xue; GAO, Yang-Le; ZHANG, Ming-Liang; ZHANG, Huai-Dong; HUANG, Jian-Zhong; LI, Li. Genome mining and biosynthesis of the Acyl-CoA: cholesterol acyltransferase inhibitor beauveriolide i and iii in *Cordyceps militaris*. *Journal Of Biotechnology*, [S.L.], v. 309, p. 85-91, fev. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiotec.2020.01.002>. Acesso em: 16 mar. 2025.
14. CAO, D.; JIANG, D.; ZHOU, D.; YU, H.; LI, J. A Comparative Study on 5hmC Targeting Regulation of Neurons in AD Mice by Several Natural Compounds. *Biomed Res Int.* 2020 Aug 5;2020:5016706. doi: 10.1155/2020/5016706. PMID: 32802849; PMCID: PMC7426765. Acesso em: 16 mar. 2025.
15. NGO, Thi Lan; VU, Khanh B.; DAO NGOC, Minh Khue; TRAN, Phuong-Thao; HIEP, Dinh Minh; TUNG, Nguyen Thanh; NGO, Son Tung. Prediction of AChE-ligand affinity using the umbrella sampling simulation. *Journal of Molecular Graphics and Modelling*, v. 93, p. 107441, dez. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmglm.2019.107441>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31479951/>. Acesso em: 16 mar. 2025.

Autor de correspondência

Luana Borsoi Alves
R. Nabor Toledo Lopes, 926, Bairro Parque das Nações,
CEP:37130-126.
Alfenas, Minas Gerais, Brasil.