


CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS E PROGNÓSTICO DA INFECÇÃO HUMANA POR NAEGLERIA FLOWLERI: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

CLINICAL CHARACTERISTICS AND PROGNOSIS OF HUMAN INFECTION BY NAEGLERIA FOWLERI: AN INTEGRATIVE REVIEW

 <https://doi.org/10.63330/armv1n9-024>

Submetido em: 12/11/2025 e Publicado em: 25/11/2025

Bianca Antônia Aires dos Santos Nascimento

Graduanda em Biomedicina
Instituto de Ensino Superior de Brasília – IESB
E-mail: abianca256@gmail.com

Isabela Raimunda Fernandes Siqueira

Graduanda em Biomedicina
Instituto de Ensino Superior de Brasília - IESB
E-mail: isabela.rfs7@gmail.com

Sara Jully do Carmo Aredo

Graduanda em Biomedicina
Instituto de Ensino Superior de Brasília- IESB
E-mail: sarajully81@gmail.com

Amanda Almeida Mendonça

Graduanda em Biomedicina
Instituto de Ensino Superior de Brasília – IESB
E-mail: amanda.almeida1098@gmail.com

Jaqueline Santana Pereira

Graduanda em Biomedicina
Instituto de Ensino Superior de Brasília – IESB
E-mail: jaquelinesantnaa@gmail.com

Paulo Henrique Rosa Martins

Biomédico, doutor em Biologia Microbiana
Instituto de Ensino Superior de Brasília – IESB
E-mail: martins.paulohr@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2031-9839>

RESUMO

A *Naegleria fowleri*, conhecida como “ameba comedora de cérebro”, é um protozoário termofílico de vida livre responsável pela Meningoencefalite Amebiana Primária (MAP), uma infecção rara, aguda e altamente letal que acomete o sistema nervoso central. Este artigo teve como objetivo analisar as características clínicas, o prognóstico e os avanços terapêuticos relacionados à infecção humana por *N. fowleri*. A metodologia consistiu em uma revisão integrativa de literatura, realizada entre agosto e outubro de 2025, nas bases da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), abrangendo estudos publicados entre 2000 e 2025. Os resultados apontam que os produtos de excreção e secreção, especialmente as vesículas extracelulares



(EVs), exercem papel central na virulência, promovendo adesão celular, evasão imunológica e necrose cerebral. Casos clínicos relatados indicam que a identificação precoce e o tratamento intensivo multimodal — com anfotericina B, miltefosina e antibióticos — são determinantes para os raros casos de sobrevivência. Além disso, pesquisas recentes destacam terapias emergentes baseadas em reposicionamento de fármacos, uso de nanopartículas e vacinas experimentais, incluindo formulações recombinantes e de RNA mensageiro, que mostraram respostas imunes promissoras em modelos animais. Estudos ecológicos e epidemiológicos reforçam ainda a presença ambiental e zoonótica do protozoário, bem como sua associação simbiótica com bactérias, fatores que podem modular sua virulência. Conclui-se que o enfrentamento da infecção por *N. fowleri* requer integração entre diagnóstico rápido, inovação terapêutica e vigilância ambiental, representando um desafio biomédico de relevância crescente para a saúde pública global.

Palavras-chave: *Naegleria fowleri*; Meningoencefalite Amebiana Primária; Prognóstico; Diagnóstico Precoce; Terapias Emergentes.

ABSTRACT

Naegleria fowleri, known as the “brain-eating amoeba,” is a free-living thermophilic protozoan responsible for Primary Amebic Meningoencephalitis (PAM), a rare, acute, and highly lethal infection that affects the central nervous system. This article aimed to analyze the clinical characteristics, prognosis, and therapeutic advances related to human infection by *N. fowleri*. The methodology consisted of an integrative literature review conducted between August and October 2025 using the Virtual Health Library (VHL) databases, covering studies published from 2000 to 2025. The results indicate that excretion and secretion products, especially extracellular vesicles (EVs), play a central role in virulence by promoting cell adhesion, immune evasion, and brain necrosis. Reported clinical cases suggest that early identification and intensive multimodal treatment — including amphotericin B, miltefosine, and antibiotics — are decisive factors in the rare cases of survival. Furthermore, recent studies highlight emerging therapies based on drug repositioning, the use of nanoparticles, and experimental vaccines, including recombinant and messenger RNA (mRNA) formulations, which have shown promising immune responses in animal models. Ecological and epidemiological studies also reinforce the environmental and zoonotic presence of the protozoan, as well as its symbiotic association with bacteria, factors that may modulate its virulence. It is concluded that confronting *N. fowleri* infection requires the integration of rapid diagnosis, therapeutic innovation, and environmental surveillance, representing a growing biomedical challenge of significant relevance to global public health.

Keywords: *Naegleria fowleri*; Primary Amebic Meningoencephalitis; Prognosis; Early Diagnosis; Emerging Therapies.



1 INTRODUÇÃO

As infecções advindas de protozoários são as principais causas de óbito em todo mundo. Dentro dessas, existe um grupo chamado amebas de vida livre (AFL) que são protistas encontradas na água, que consomem majoritariamente bactérias (Gros, 2025). Embora grande parte dessas Amebas de vida livre seja inofensiva pra saúde, ainda é possível se deparar com extremos perigos ao praticar atividades em águas que não estão tratadas da forma correta, em especial: a *Naegleria Fowler*. Essa se move rapidamente e cresce em número de forma acelerada (Martín, 2023).

A meningoencefalite amebiana primária (MAP) é uma infecção aguda fulminante rara, que tem como agente infeccioso o protozoário termofílico de vida livre *Naegleria fowleri* também popularmente conhecido como “ameba comedora de cérebro” (Gros, 2025). Embora grande parte dessas amebas de vida livre (AFL) seja inofensiva para a saúde, a MAP, apesar de incomum, apresenta uma taxa de mortalidade de 98%, geralmente levando a óbito em até duas semanas após o contato com o agente (García, 2021). O nome popularizado da *N. fowleri*, advém do fato de que a ameba entra nos humanos pelas cavidades nasais, atingindo o neuroepitélio olfatório e invadindo a mucosa nasal. Depois os trofozoítos se aderem ao epitélio e se transportam pelas fibras olfatórias atravessando a placa cribiforme para chegar no sistema nervoso, especificamente no cérebro (Moseman, 2020). Os infectados apresentam como sintomas uma intensa dor de cabeça, vômitos, convulsões, febre alta e ao longo do agravamento pode levar ao coma e ao óbito uma vez que o tecido cerebral é afetado (Martín, 2023).

Essas amebas podem ser difíceis de diagnosticar clinicamente, pela sua raridade; caso não sejam suspeitadas, podem ocasionar em diagnósticos errados ou até mesmo não serem diagnosticadas até o óbito. A microscopia continua sendo o principal método de diagnóstico; entretanto, a experiência geral com esse patógeno é rasa e rara, e requer a atenção de especialistas, o que atrasa o diagnóstico (Cope et al., 2019). O tratamento nesses casos quase nunca é satisfatório devido ao seu quadro clínico grave, que muitas vezes é confundido. Quando a verdadeira etiologia parasitária é revelada, o paciente já entrou em coma ou mesmo veio a óbito. Além disso, os tratamentos não apresentam padronização devido à baixa demanda e baixo número de estudos em todo mundo; Mesmo em casos tratados a tempo, a chance de morte é alta (Cabello-Vilchez, 2023).

A investigação das características clínicas e prognóstico da infecção humana pelo *Naegleria fowleri* reveste-se de importância crítica para a saúde pública e para a prática biomédica, uma vez que essa ameba livre-vivente provoca a Meningoencefalite amebiana primária (MAP), uma condição extremamente grave e de rápida evolução letal. Estudos recentes mostram que a MAP é “uma condição de progressão rápida e frequentemente fatal” (Gharpure et al., 2021). A clínica é marcada por apresentação aguda — febre, cefaleia, rigidez de nuca, vômitos — e prontamente evolui para edema cerebral, necrose e herniação cerebral, tendo mortalidade que supera 90% em muitos relatos (Dai et al., 2025).



Dado o prognóstico extremamente desfavorável, compreender os sinais precoces, os fatores de risco, a evolução temporal e os marcadores prognósticos tornam-se fundamental para que os profissionais de saúde suspeitem da infecção, façam diagnóstico rápido e iniciem intervenções o mais cedo possível — o que pode fazer a diferença entre a vida e a morte. Ademais, esse conhecimento contribui para o desenvolvimento de diretrizes de prevenção, abordagem diagnóstica, terapêutica e para políticas de controle de ambientes de risco (por exemplo, águas doces quentes maltratados), o que reforça a relevância desse tema tanto para a microbiologia clínica como para a biomedicina em geral (Rîpă *et al.*, 2025).

Sendo assim, o presente artigo teve como objetivo analisar as características clínicas e o prognóstico da infecção humana por *Naegleria fowleri*, visando compreender os mecanismos fisiopatológicos envolvidos, identificar os principais sinais e sintomas de apresentação, bem como os fatores determinantes da elevada letalidade, contribuindo para o aprimoramento do diagnóstico precoce, manejo clínico e estratégias de prevenção dessa infecção rara, porém de grande relevância para a saúde pública e para a prática biomédica.

2 METODOLOGIA

O presente estudo configura-se como uma revisão integrativa, método que visa a busca, avaliação crítica e síntese dos resultados de pesquisas sobre o tema, a fim de obter uma compreensão abrangente do fenômeno estudado (Cabello-Vilchez, 2023). A pergunta norteadora que conduziu esta revisão foi: “Quais são as evidências científicas disponíveis na literatura sobre as características clínicas, o diagnóstico laboratorial e o prognóstico da infecção humana por *Naegleria fowleri*?”

A busca bibliográfica foi realizada entre os meses de agosto e outubro de 2025, utilizando as bases de dados da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Foram empregados como **descritores e palavras-chave** (em português, inglês e espanhol) os termos: *Naegleria fowleri*, *Primary Amoebic Meningoencephalitis*, *virulence factors*, *extracellular vesicles*, *immunological response*, *vaccine*, *pathogenesis*, *treatment* e *epidemiology*.

A combinação dos descritores foi realizada por meio de operadores booleanos “AND” e “OR” para ampliar a precisão das buscas. Os critérios de inclusão adotados foram: (1) artigos originais, de revisão ou comunicações científicas publicadas entre 2000 e 2025; (2) publicações disponíveis em texto completo nas bases de dados consultadas; (3) estudos que abordassem *Naegleria fowleri* em contextos clínicos, experimentais, imunológicos ou ambientais; e (4) textos redigidos em português, inglês ou espanhol. Já os critérios de exclusão compreenderam: (1) artigos duplicados entre as bases; (2) resumos sem acesso ao conteúdo integral; (3) publicações anteriores a 2000, salvo quando de relevância histórica ou conceitual; (4) trabalhos sem metodologia explícita ou com escopo divergente do tema central; e (5) notas técnicas, editoriais e comunicações sem respaldo empírico. Após a seleção, os artigos foram lidos integralmente e



classificados de acordo com eixos temáticos específicos, a saber: (a) biologia e fatores de virulência de *N. fowleri*; (b) casos clínicos e epidemiologia; (c) interações ambientais e microbiota associada; e (d) avanços em resposta imune, vacinas e terapias emergentes.

As informações extraídas foram analisadas de forma crítico-comparativa, com o intuito de identificar padrões, divergências e lacunas de conhecimento na literatura atual. Essa abordagem permitiu uma compreensão abrangente e atualizada sobre a patogenicidade da ameba e as perspectivas de prevenção e tratamento da meningoencefalite amebiana primária.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os artigos analisados exploram aspectos complementares da biologia e da patogenicidade de *Naegleria fowleri*, a chamada “ameba comedora de cérebro”, responsável pela meningoencefalite amebiana primária (MAP). O estudo de Camacho *et al.* (2025) caracteriza isolados humanos da ameba, com foco nos produtos de excreção e secreção (E/S), especialmente nas vesículas extracelulares (EVs), identificando proteínas relacionadas à adesão, degradação tecidual e evasão imunológica. Esses achados reforçam que os componentes secretados pela ameba desempenham papel central nos processos de invasão neural e na sobrevivência frente às defesas do hospedeiro. De forma convergente, Rodríguez-Mera *et al.* (2024) analisa especificamente os fatores de virulência presentes nas EVs de *N. fowleri*, demonstrando que esses microcompartimentos contêm diversas enzimas e antígenos capazes de modular a resposta imune e promover danos às células hospedeiras. Tal constatação evidencia as EVs como importantes mediadores de comunicação patógeno-hospedeiro e potenciais alvos para diagnóstico e terapias inovadoras.

Em outra perspectiva, Güémez-García *et al.* (2021) apresentam uma revisão abrangente sobre a patogênese e os tratamentos da MAP, reunindo evidências sobre os mecanismos de infecção, a rápida progressão clínica e as estratégias terapêuticas atualmente disponíveis, que permanecem limitadas e com taxas de sucesso muito baixas. O artigo destaca que proteínas secretadas, como proteases e fosfolipases, contribuem para a necrose cerebral observada nos pacientes e que o avanço no entendimento molecular do parasita — como os estudos de EVs têm mostrado — é essencial para o desenvolvimento de intervenções mais eficazes. Complementarmente, Gutiérrez-Sánchez *et al.* (2020) comparam o perfil proteico e antigênico de *N. fowleri* com o de *N. lovaniensis*, espécie não patogênica, identificando proteínas diferencialmente reconhecidas por anticorpos e que podem servir como marcadores específicos para diagnóstico ou como candidatos vacinais, evitando reações cruzadas. Em conjunto, esses trabalhos delineiam um panorama integrado da patogenicidade de *N. fowleri*, que envolve uma complexa rede de fatores moleculares secretados, mecanismos de evasão imunológica e especificidade antigênica. As evidências indicam que as vesículas extracelulares e os produtos de excreção/secreção são elementos-chave



na comunicação e na virulência da ameba, enquanto estudos comparativos e revisões clínicas ajudam a contextualizar a importância desses achados para o diagnóstico e o tratamento.

O relato clínico de Burki *et al.* (2024) destaca um caso de sucesso terapêutico raro, no qual um paciente diagnosticado com *N. fowleri* sobreviveu após receber tratamento intensivo e precoce. O diagnóstico foi confirmado por PCR e análise do líquido cefalorraquidiano, e o paciente foi submetido a uma combinação de anfotericina B, miltefosina, azitromicina e rifampicina, aliada ao controle rigoroso da pressão intracraniana. O estudo demonstra que a rapidez na identificação da infecção e a intervenção farmacológica multimodal foram determinantes para o desfecho positivo, evidenciando que, embora a taxa de mortalidade seja extremamente alta, a recuperação é possível quando o tratamento é iniciado a tempo. Em um contexto mais abrangente, Güémez-García *et al.* (2021) oferecem uma revisão detalhada sobre a patogênese da *N. fowleri* e as abordagens terapêuticas disponíveis, descrevendo desde o processo de infecção — que ocorre pela penetração da ameba através do epitélio olfatório até o cérebro — até os mecanismos celulares e moleculares que promovem destruição tecidual. O estudo enfatiza o papel de enzimas proteolíticas, fosfolipases e vesículas extracelulares como mediadores de virulência e evasão imunológica, relacionando esses fatores à rápida evolução da doença. Em relação às terapias, os autores ressaltam o uso combinado de antifúngicos, especialmente anfotericina B e miltefosina, e destacam a necessidade de novas estratégias com melhor eficácia e menor toxicidade, dado o limitado sucesso clínico obtido até o momento.

Com foco nas inovações farmacológicas, Siddiqui e Khan (2024) analisam terapias emergentes contra *N. fowleri*, reunindo evidências sobre compostos promissores e novas abordagens biotecnológicas. O estudo apresenta alternativas terapêuticas baseadas em reposicionamento de fármacos, uso de nanopartículas para melhorar a penetração no sistema nervoso central e agentes que interferem em vias metabólicas essenciais da ameba. Além disso, discute o potencial de estratégias combinadas e moduladoras da resposta imune, reforçando que o futuro do tratamento da MAP depende da integração entre farmacologia de precisão e intervenções rápidas após a exposição.

O artigo de Vingataramin *et al.* (2025) destaca a importância da interação simbiótica entre *N. fowleri* e sua microbiota bacteriana natural, sugerindo que certos microrganismos podem modular a virulência da ameba. O estudo fornece uma visão ecológica e molecular inovadora, apontando que as bactérias associadas podem potencializar a sobrevivência da ameba em ambientes adversos e influenciar seus mecanismos de infecção. Por outro lado, Henker *et al.* (2019), relatam o primeiro caso confirmado de meningoencefalite amebiana primária (MAP) em bovinos no Brasil, ampliando a compreensão sobre a susceptibilidade de espécies não humanas à infecção. Essa observação foi posteriormente complementada por Henker (2021) que apresentou a primeira detecção molecular do protozoário no país, consolidando o registro



epidemiológico da presença de *N. fowleri* em território brasileiro e reforçando a necessidade de vigilância ambiental.

Em contraste, estudos realizados na Venezuela, como o de Petit *et al.* (2006), e o de Cermeño *et al.* (2005), destacam casos clínicos humanos e aspectos epidemiológicos regionais. Ambos evidenciam a ocorrência subnotificada da doença em áreas tropicais e alertam para a falta de diagnóstico laboratorial precoce, um fator determinante na alta letalidade observada. Complementando a abordagem ambiental, Zambrano *et al.* (2022) investigaram a presença de amebas de vida livre em reservatórios de água domésticos na Venezuela, incluindo *Naegleria spp.* O estudo reforça o papel da qualidade da água e das condições sanitárias como fatores críticos para a disseminação ambiental e possível infecção humana. Em conjunto, esses trabalhos ampliam a visão sobre a ecologia, a epidemiologia e a patogenicidade da *N. fowleri*, mostrando que o protozoário não se restringe ao ambiente aquático humano, mas também pode infectar animais e interagir com comunidades microbianas complexas, o que pode ter implicações diretas na sua capacidade de adaptação e virulência.

O estudo de Rodríguez-Mera *et al.* (2024), teve como objetivo identificar antígenos de *N. fowleri* reconhecidos por anticorpos séricos humanos. A pesquisa, realizada com amostras de indivíduos do Vale de Mexicali — uma região endêmica —, revelou respostas sorológicas específicas que indicam exposição prévia ao patógeno. Esses achados são relevantes por sugerirem a existência de resposta imune natural parcial, que pode ser explorada no desenvolvimento de vacinas ou diagnósticos sorológicos mais precisos. Seguindo a mesma linha, Gutiérrez-Sánchez *et al.* (2023) desenvolveram duas formulações vacinais baseadas em antígenos MP2CL5 e testaram-nas em camundongos BALB/c. O estudo demonstrou respostas humorais e celulares significativas, indicando potencial de imunoproteção parcial contra a infecção experimental por *N. fowleri*. Essa abordagem pré-clínica representa um passo promissor na busca por vacinas multiepitópicas que possam reduzir a severidade da infecção em humanos.

Por sua vez, Naveed *et al.* (2024) apresentam uma proposta inovadora, o estudo explorou uma vacina de RNA mensageiro (mRNA), tecnologia consagrada recentemente em outros contextos infecciosos, aplicada pela primeira vez contra *N. fowleri*. Os resultados revelaram alta expressão de antígenos-alvo e indução robusta de citocinas pró-inflamatórias, além de produção de anticorpos neutralizantes em modelos experimentais. A pesquisa evidencia o potencial do mRNA como plataforma moderna e adaptável para doenças raras e emergentes como a MAP.

4 CONCLUSÃO

Os estudos analisados convergem para uma compreensão mais ampla e integrada da infecção humana por *Naegleria fowleri*, evidenciando que sua alta letalidade está diretamente associada à complexa interação entre os mecanismos moleculares de virulência, os fatores imunológicos do hospedeiro e as



limitações diagnósticas e terapêuticas atuais. As pesquisas sobre produtos de excreção/secreção e vesículas extracelulares (EVs) demonstram que esses componentes são cruciais para a invasão neural, a evasão imunológica e a destruição tecidual, representando potenciais alvos para novas estratégias de diagnóstico e intervenção farmacológica. Paralelamente, os avanços em vacinas experimentais, incluindo formulações baseadas em antígenos recombinantes e RNA mensageiro, sinalizam um caminho promissor para a prevenção futura da Meningoencefalite Amebiana Primária (MAP). A literatura também destaca a importância da detecção precoce e da intervenção terapêutica intensiva, fatores decisivos para os raros casos de sobrevivência relatados. Além disso, a identificação da presença ambiental e zoonótica da ameba, bem como sua interação simbiótica com bactérias, amplia a compreensão de seu ecossistema e potencial adaptativo, reforçando a necessidade de vigilância ambiental e educação em saúde pública. Assim, o conjunto das evidências aponta que o enfrentamento efetivo da infecção por *N. fowleri* depende da integração entre pesquisa molecular, inovação terapêutica e estratégias de prevenção, consolidando o tema como uma fronteira emergente e de alta relevância biomédica.



REFERÊNCIAS

BURKI, A. M. K. et al. Successful Treatment of Confirmed *Naegleria fowleri* Primary Amebic Meningoencephalitis. *Frontiers in Medicine*, 2024. Link: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38526236/> acesso em: 22/10/2025.

CAMACHO, N. C. et al. Characterization of *Naegleria fowleri* from two human cases: insights into its excretion/secretion products. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 2025. Link: <https://www.frontiersin.org/journals/cellular-and-infection-microbiology/articles/10.3389/fcimb.2025.1585448/full> acesso em: 31/10/2025.

CERMEÑO, Julman R. Meningoencephalitis by *Naegleria fowleri*. Epidemiological study in Anzoátegui State, Venezuela. *Revista Científica, Anzoátegui*, 2005. Link: <https://www.scielo.br/j/rsbmt/a/bV9BgZpmZcDmqxWCJWX69gk/?format=html&lang=en> acesso em: 22/10/2025.

DAI, L. et al. A review of the mechanism, diagnosis, and treatment of *Naegleria fowleri*. *Frontiers in Microbiology*, 2025. Link: <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2025.1686695/full> acesso em: 28/10/2025.

GHARPURE, R. et al. Epidemiology and clinical characteristics of primary amebic meningoencephalitis caused by *Naegleria fowleri*: a global review. *Clinical Infectious Diseases*, v. 73, n. 1, p. e19–e27, 2021. DOI: 10.1093/cid/ciaa520. Link: <https://academic.oup.com/cid/article/73/1/e19/5830738> acesso em: 27/10/2025.

GÜÉMEZ-GARCÍA, A. et al. Primary Amoebic Meningoencephalitis by *Naegleria fowleri*: Pathogenesis and Treatments. *Frontiers in Microbiology*, 2021. Link: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34572533/> acesso em: 27/10/2025.

GÜÉMEZ-GARCÍA, A. et al. Primary Amoebic Meningoencephalitis by *Naegleria fowleri*: Pathogenesis and Treatments. *Frontiers in Microbiology*, 2021. Link: <http://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38526236/> acesso em: 22/10/2025.

GUTIÉRREZ-SÁNCHEZ, M. et al. Identification of differential protein recognition pattern between *Naegleria fowleri* and *Naegleria lovaniensis*. *Parasitology International*, 2020. Link: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32191816/> acesso em: 21/10/2025.

GUTIÉRREZ-SÁNCHEZ, Mara et al. Two MP2CL5 Antigen Vaccines from *Naegleria fowleri* Stimulate the Immune Response against Meningitis in the BALB/c Model. *Frontiers in Immunology*, v. 14, p. 1123–1137, 2023. Link: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37272791/> acesso em: 27/10/2025.

HENKER, Luan Cleber et al. Meningoencephalitis due to *Naegleria fowleri* in cattle in southern Brazil. *Veterinary Parasitology*, v. 271, p. 1–6, 2019. Link: <https://www.scielo.br/j/rbvp/a/8mYmwSqdq7LBHLPbfxRL4gR/?format=html&lang=en> acesso em: 31/10/2025.

HENKER, Luan Cleber. *Naegleria fowleri*-associated meningoencephalitis in a cow in Southern Brazil—first molecular detection of *N. fowleri* in Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 52, p. 1571–1575, 2021. Link: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34191130/> acesso em: 27/10/2025.



NAVEED, Muhammad et al. Development and immunological evaluation of an mRNA-based vaccine targeting *Naegleria fowleri*. *Vaccines*, v. 12, n. 3, p. 225–239, 2024.

PETIT, Fátima et al. Meningoencefalitis amebiana primaria: Comunicación de dos nuevos casos Venezolanos. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, v. 26, n. 2, p. 81–86, 2006. Link: <https://www.scielo.br/j/anp/a/bx6cZ4yNW8QDkwq7pb8VZBQ/?lang=es> acesso em: 31/10/2025.

RÎPĂ, C. et al. *Naegleria fowleri* Infections: Bridging Clinical Observations and Molecular Insights. *Journal of Clinical Medicine*, v. 14, n. 2, 526, 2025. Link: <https://www.mdpi.com/2077-0383/14/2/526> acesso em: 21/10/2025.

RODRÍGUEZ-MERA, I. B. et al. Analysis of virulence factors in extracellular vesicles secreted by *Naegleria fowleri*. *Parasitology Research*, v. 123, p. 357, 2024. Link: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39432113/> acesso em: 31/10/2025.

RODRÍGUEZ-MERA, Itzel Berenice et al. Identification of *Naegleria fowleri* antigens recognized by serum antibodies from people of Mexicali Valley, México. *Parasitology Research*, v. 123, p. 345–357, 2024. Link: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38191579/> acesso em: 31/10/2025.

SIDDIQUI, R.; KHAN, N. A. Emerging therapies against *Naegleria fowleri*. *Trends in Parasitology*, 2024. Link: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21678707.2024.2383173> acesso em: 21/10/2025.

VINGATARAMIN, Youri et al. Characterization of the natural bacterial microbiota of pathogenic free-living amoebae. *Frontiers in Microbiology*, v. 16, p. 1–12, 2025. Link: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40187337/> acesso em: 22/10/2025.

ZAMBRANO, Yarintza Coromoto Hernández et al. Identificación de amebas de vida libre en tanques de almacenamiento de agua en zonas residenciales. *Revista de Salud Ambiental*, v. 22, n. 3, p. 45–52, 2022. Link: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2023/04/1427367/624-1799-1-pb.pdf> acesso em: 22/10/2025.