

VACINAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE COMBATE À RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA (RAM)

Ana Carolina de Carvalho Sipriano¹
Letícia Lima dos Santos²
Rayene Eblen Gomes³
Marcelo Ferreira Novelino⁴
Tuany Mageste Limongi Zamperlim⁵

mfnovelino@yahoo.com.br

ÁREA DO CONHECIMENTO: Ciências da Saúde

RESUMO

A resistência antimicrobiana (RAM) configura-se como uma das maiores ameaças à saúde pública global, comprometendo a eficácia dos tratamentos disponíveis e elevando significativamente os índices de mortalidade. Estimativas recentes apontam que a RAM pode levar a 10 milhões de óbitos anuais até 2050 se medidas efetivas não forem adotadas. Esse cenário é agravado pelo uso excessivo e inadequado de antimicrobianos, que favorece a seleção de microrganismos resistentes por diferentes mecanismos moleculares, como produção de enzimas inativadoras, bombas de efluxo, alterações metabólicas e modificações genéticas. Diante desse contexto, torna-se necessário buscar estratégias complementares às terapias tradicionais, e a vacinação surge como uma alternativa eficaz, capaz de reduzir a incidência de infecções, limitar o uso de antibióticos e, consequentemente, diminuir a pressão seletiva que favorece o surgimento e disseminação da resistência. O presente artigo tem como objetivo discutir a vacinação como estratégia essencial no enfrentamento da RAM, destacando sua relevância na prevenção de doenças infecciosas, na racionalização do consumo de antimicrobianos e na contenção da circulação de patógenos resistentes. Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, realizada a partir de estudos publicados em bases científicas. Os achados reforçam que vacinas contribuem para a redução do uso de antibióticos e ampliam a proteção populacional por meio da imunidade de rebanho, configurando a vacinação como um recurso estratégico, sustentável e indispensável no combate à resistência antimicrobiana.

PALAVRAS-CHAVE: vacinação; imunização; resistência microbiana a medicamentos; infecções bacterianas.

1 INTRODUÇÃO

¹ Acadêmica do 5º período do Curso de Enfermagem da Faculdade Vértix Trirriense – Univértix.

² Acadêmica do 6º período do Curso de Enfermagem da Faculdade Vértix Trirriense – Univértix.

³ Acadêmica do 6º período do Curso de Farmácia da Faculdade Vértix Trirriense – Univértix.

⁴ Bacharel em Ciências Biológicas - Especialista em Análises Clínicas, Hematologia e Hemoterapia – Mestre em Imunologia - Docente da Faculdade Vértix Trirriense – Univértix.

⁵ Bacharela e Licenciada em Educação Física – Mestra em Educação Física – Docente da Faculdade Vértix Trirriense - Univértix

A resistência antimicrobiana (RAM), continua a ser uma ameaça constante à saúde pública, causando complicações no tratamento de infecções pois ameaça comprometer a eficácia e a sustentabilidade dos tratamentos atuais (Brink *et al.*, 2024; Ahmed *et al.*, 2023; Maugeri *et al.*, 2022) pois microrganismos como vírus, fungos e parasitas se adaptam e suportam os tratamentos com antimicrobianos, por exemplo, antibióticos, antivirais, antifúngicos e antiparasitários (Brink *et al.*, 2024; Yemeke; Chen; Ozawa, 2023; Marchetti *et al.*, 2021). Tal fato leva a complicações no tratamento de infecções e contribuindo para um aumento na taxa de mortalidade com 1,27 milhão de mortes atribuídas à RAM somente em 2019 (Ahmed *et al.*, 2023; Khan, 2023; Jung *et al.*, 2024).

Perante os expostos os fatores que contribuem para o aumento da RAM são impulsionados pelo uso excessivo e irracional de antimicrobianos pois na presença do mesmo as bactérias, vírus, fungos e parasitas podem evoluir e se fortalecer ao longo do tempo para poder sobreviver, além de transmitir essas características para as gerações seguintes, originando progênie cada vez mais resistentes (Brink *et al.*, 2024; Ahmed *et al.*, 2023; Marchetti *et al.*, 2021). As vacinas têm se mostrado fundamentais no combate à resistência antimicrobiana (RAM), uma vez que previnem infecções causadas por microrganismos sensíveis ou resistentes e reduzem a necessidade do uso de antibióticos.

A imunização eficaz, além de evitar a evolução de quadros que demandam tratamento antimicrobiano, contribui para diminuir tanto o uso inadequado quanto o uso excessivo desses fármacos. Ao prevenir infecções, as vacinas contribuem diretamente para a redução da circulação de patógenos resistentes e, consequentemente, do risco de disseminação da resistência antimicrobiana. Dessa forma, as vacinas se consolidam como uma ferramenta estratégica para conter a disseminação da resistência em nível populacional (Ahmed *et al.*, 2023; Jung *et al.*, 2024; Marchetti *et al.*, 2021).

Diante da crescente ameaça da resistência antimicrobiana e da eficácia limitada das estratégias tradicionais, a vacinação emerge como uma ferramenta essencial para a redução do uso de antibióticos e prevenção da disseminação de patógenos resistentes, configurando-se como eixo estratégico para a saúde pública global. Nesse sentido, este artigo tem como objetivo discutir a vacinação como uma estratégia fundamental no combate à resistência antimicrobiana, destacando sua

importância desde a prevenção de doenças até na racionalização do uso de antibióticos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O aumento de bactérias que não respondem a antibióticos representa um desafio crescente para sistemas de saúde (Ahmed *et al.*, 2023). A administração excessiva e incorreta de agentes antimicrobianos contribui significativamente para o aumento da resistência bacteriana no mundo, ao estimular a proliferação de cepas menos sensíveis aos medicamentos convencionais. Frente a esse desafio crescente, têm sido desenvolvidas estratégias alternativas para limitar a propagação desses organismos, sendo a imunização preventiva uma das estratégias mais promissoras.

Diante desse cenário, estratégias inovadoras têm sido buscadas para reprimir a expansão da resistência, destacando-se a vacinação como ferramenta fundamental. As vacinas reduzem a incidência de infecções, diminuem a mortalidade associada e limitam a pressão seletiva decorrente do uso frequente de antimicrobianos, prevenindo, assim, o surgimento e a propagação de cepas resistentes (Marchetti *et al.*, 2021). Além de proteger diretamente o indivíduo vacinado, a imunização contribui para a proteção coletiva por meio da imunidade de rebanho, reduzindo a circulação de patógenos resistentes e beneficiando populações mais sensíveis, como idosos e imunossuprimidos. Modelos matemáticos reforçam essa evidência, demonstrando que vacinas eficazes contra agentes como *Streptococcus pneumoniae* e *Neisseria gonorrhoeae* poderiam diminuir significativamente tanto as cepas resistentes quanto as sensíveis aos antibióticos, interrompendo o ciclo de transmissão e reduzindo a pressão seletiva (Davies *et al.*, 2021; Whittles; White; Didelot, 2020).

Sob a perspectiva econômica, a imunização tem se destacado como uma alternativa de elevado retorno financeiro, considerando que os recursos destinados à sua pesquisa, produção e implementação representam uma fração dos gastos envolvidos na gestão de enfermidades causadas por microrganismos resistentes. Estudos recentes (Yemeke; Chen; Ozawa, 2023) demonstram que, além de minimizar os impactos clínicos, essa abordagem fortalece a viabilidade dos sistemas de saúde a longo prazo.

Apesar dos avanços, persistem obstáculos relevantes, como a distribuição desigual dos imunizantes, a necessidade de adequações para grupos populacionais

específicos e a diminuição da resposta vacinal em idosos, decorrente do envelhecimento do sistema imunológico. Por isso, é fundamental aprofundar o entendimento sobre a contribuição das vacinas no enfrentamento da resistência aos antimicrobianos, visando à construção de políticas de saúde sustentáveis que integrem efetividade terapêutica, viabilidade econômica e justiça no acesso.

3 METODOLOGIA

Esse trabalho caracteriza-se como uma revisão bibliográfica que segundo Moreira (2004) pode ser compreendida como uma parte fundamental da pesquisa científica, pois permite ao pesquisador reunir, analisar e discutir sobre as contribuições existentes sobre determinado tema em um recorte temporal definido. Oferecendo uma visão crítica e organizada do estado da arte, evidenciando ideias, métodos e subtemas relevantes. Portanto, essa etapa envolve desde a escolha do assunto e definição dos objetivos, até a coleta e análise criteriosa das produções relevantes, que devem ser avaliadas e organizadas de forma lógica, a fim de sustentar o referencial teórico do trabalho científico. Além disso, amplia o conhecimento do autor, possibilita identificar pesquisas semelhantes, metodologias aplicadas, evita duplicação de estudos e contribui para a construção de novas perspectivas de investigação.

Nesse contexto, a pesquisa bibliográfica configura-se como fase inicial, exigindo a escolha criteriosa do tema, levantamento amplo de referências, leitura seletiva e aprofundada, aplicação de roteiro de análise, organização lógica dos achados e avaliação crítica. Assim, a revisão não apenas sustenta teoricamente o estudo, mas também orienta o pesquisador a compreender os avanços, limitações e contradições da literatura, favorecendo a construção de novos conhecimentos.

Diante disso, foram utilizadas bases de dados públicas de domínio aberto como Biblioteca Virtual em Saúde - BVS, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde - LILACS e PUBMED através dos descritores: Vacinação, Resistência Microbiana a Medicamentos, Imunização, Infecções Bacterianas. Para complementar a pesquisa foi utilizado artigos do Google Acadêmico.

A partir das buscas realizadas com os descritores definidos, foram identificados 2.462 artigos na base PUBMED, 264 na BVS, 19 no LILACS e 2 no Google Acadêmico, totalizando 2.747 registros. Em seguida, aplicaram-se filtros que restringiram a busca a publicações em português e inglês, publicadas entre 2020 e

2025. Como critérios de inclusão, consideraram-se apenas artigos completos, de acesso gratuito e nos idiomas português e inglês dos últimos 5 anos. Após essa etapa, restaram 225 trabalhos. Foi então realizada a leitura dos títulos e resumos, o que possibilitou a exclusão dos estudos que não apresentavam relação direta com o tema investigado. Considerando ainda a eliminação de duplicatas, que não estivessem disponíveis em português ou inglês ou cujo acesso completo não fosse gratuito, o número final de estudos selecionados foi de 14, os quais foram utilizados para a confecção do trabalho. Além disso, para a aquisição de publicações mais recentes, foi utilizada como complemento uma pesquisa no Google acadêmico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A resistência antimicrobiana (RAM) constitui uma das principais ameaças à saúde global, impactando diretamente na morbimortalidade e nos custos hospitalares. Estima-se que infecções causadas por microrganismos resistentes elevem significativamente o tempo de internação, aumentem os gastos com medicamentos de segunda e terceira linha e, sobretudo, contribuam para altas taxas de mortalidade em pacientes hospitalizados (Ahmed *et al.*, 2023; Schueller *et al.*, 2021). Segundo análises recentes, a RAM pode ocasionar milhões de mortes anuais nas próximas décadas, caso não sejam adotadas medidas eficazes de controle (Minakawa, 2025). Essa realidade projeta consequências alarmantes não apenas na saúde pública, mas também na economia mundial. Estimativas indicam que, caso a resistência antimicrobiana não seja controlada, as perdas econômicas globais poderão ultrapassar US\$ 100 trilhões até 2050, configurando um impacto maior do que o provocado pelo câncer em termos de mortalidade e carga econômica (Jung *et al.*, 2024; Troisi *et al.*, 2020; Maugeri *et al.*, 2022).

Esse contexto revela não só os impactos clínicos significativos, mas também os encargos financeiros impostos aos serviços de saúde, sobretudo em nações com recursos limitados, onde o acesso a tratamentos avançados permanece restrito (Yemeke; Chen; Ozawa, 2023). Atualmente existem abordagens como terapia anti-virulenta, imunização passiva, peptídeos antimicrobianos, vacinas, terapia fágica e nanopartículas botânicas e lipossomais para enfrentar esse desafio (Yemeke; Chen; Ozawa, 2023; Ahmed *et al.*, 2023; Schueller *et al.*, 2021). No entanto, a vacinação

continua sendo um dos recursos mais efetivos e sustentáveis para o enfrentamento da resistência microbiana (Yemeke; Chen; Ozawa, 2023; Ahmed *et al.*, 2023).

Ao prevenir infecções primárias, a vacinação reduz o consumo de antibióticos e, conseqüentemente, diminui a pressão seletiva que favorece o surgimento de cepas resistentes. Dados demonstram, por exemplo, que vacinas contra *Streptococcus pneumoniae* e *Haemophilus influenzae* tipo b tiveram papel determinante na redução de doenças invasivas, diminuindo o uso de antibióticos e a circulação de linhagens resistentes (Schueller *et al.*, 2021). Os mecanismos que explicam essa resistência são bastante diversos e complexos. Entre eles, destacam-se a produção de enzimas capazes de inativar os antibióticos, o aumento da atividade de bombas de efluxo que expulsam o fármaco da célula, mudanças nas vias metabólicas, além de alterações na estrutura da membrana que reduzem a entrada do medicamento. Também podem ocorrer modificações genéticas que garantem ao microrganismo maior capacidade de sobreviver frente à ação antimicrobiana (Marchetti *et al.*, 2021).

Considerando esse cenário, é fundamental que entidades governamentais incentivem ainda mais pesquisas voltadas tanto para estratégias eficazes de prevenção quanto para o desenvolvimento de vacinas seguras e eficazes. Por exemplo, duas vacinas meningocócicas têm sido relacionadas à proteção contra gonorreia, contribuindo para o não surgimento de cepas resistentes do agente etiológico (Whittles; White; Didelot, 2020). Também é crucial investir em métodos de combate rápido para pacientes em estados graves e em abordagens modernas para manter a homeostase do hospedeiro após infecções causadas por microrganismos resistentes (Yemeke; Chen; Ozawa, 2023; Ahmed *et al.*, 2023; Schueller *et al.*, 2021). Essa descoberta reforça o potencial das vacinas não apenas na prevenção direta de doenças, mas como ferramenta essencial na diminuição de microrganismos de importância crítica para a saúde pública.

Entre os motivos do avanço da resistência microbiana, destaca-se a resposta imunológica reduzida em pessoas idosas, consequência do envelhecimento fisiológico do sistema de defesa do organismo — fenômeno denominado imunosenescência (Jung *et al.*, 2024). Essa limitação pode comprometer a efetividade das vacinas nesse grupo populacional, exigindo abordagens específicas para garantir proteção adequada. Esse fenômeno compromete a capacidade do organismo de responder adequadamente aos imunizantes, tornando essa faixa etária mais

vulnerável a infecções e menos responsiva às estratégias tradicionais de vacinação. Diante desse desafio, a utilização de adjuvantes tem se mostrado uma abordagem promissora para potencializar a resposta imunológica em idosos (Jung *et al.*, 2024). Esses adjuvantes atuam por meio da ativação de receptores de reconhecimento de padrões (PRRs) presentes nas células apresentadoras de antígenos, como as células dendríticas e macrófagos. A ativação desses receptores desencadeia uma série de sinais que estimulam a resposta imune inata, promovendo uma maior produção de citocinas e a ativação de outras células imunológicas, criando um ambiente mais favorável para a geração de uma resposta imune adaptativa eficaz (Jung *et al.*, 2024). Com isso, os adjuvantes não apenas compensam parcialmente os efeitos da imunosenescência, mas também ampliam o alcance e a durabilidade da proteção conferida pelas vacinas, representando uma estratégia crucial na pesquisa de vacinas mais eficazes para a população idosa (Jung *et al.*, 2024).

Portanto, o investimento em vacinas não deve ser visto apenas como uma medida preventiva individual, mas como uma estratégia essencial para reduzir mortalidade, custos hospitalares e o impacto global da resistência antimicrobiana. Adjunto a este investimento, o incentivo à pesquisa e a construção de novas plataformas vacinais, constitui uma das alternativas mais promissoras e sustentáveis no combate a esse problema de saúde pública que já ultrapassa fronteiras geográficas e econômicas (Ahmed *et al.*, 2023; Yemeke; Chen; Ozawa, 2023; Schueller *et al.*, 2021).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente resistência aos antimicrobianos representa um dos principais desafios enfrentados pela saúde pública mundial, exigindo ações coordenadas e sustentáveis para sua contenção. Nesse contexto, a imunização assume papel fundamental ao prevenir doenças infecciosas, diminuindo a demanda por antibióticos e, como resultado, a pressão evolutiva que impulsiona a propagação de microrganismos resistentes (Ahmed *et al.*, 2023; Marchetti *et al.*, 2021; Kaur *et al.*, 2021). Evidências mostram que vacinas eficazes, como as utilizadas contra *Streptococcus pneumoniae* e *Neisseria gonorrhoeae*, podem reduzir significativamente tanto cepas resistentes quanto sensíveis, interrompendo cadeias

de transmissão e fortalecendo a saúde coletiva (Whittles; White; Didelot, 2020; Davies *et al.*, 2021).

Além disso, os benefícios econômicos da imunização reforçam sua relevância, visto que os custos associados ao desenvolvimento e aplicação de vacinas são inferiores aos impactos clínicos e financeiros decorrentes da resistência antimicrobiana (Yemeke; Chen; Ozawa, 2023). Contudo, desafios como a imunossenescência em idosos e o acesso desigual aos imunizantes ainda precisam ser enfrentados. Por isso, é fundamental maiores inovações quanto ao uso de adjuvantes para o aumento da resposta imunológica em idosos (Jung *et al.*, 2024). Assim, compreender e fortalecer o papel das vacinas na contenção da resistência antimicrobiana é essencial para garantir estratégias de saúde global mais eficazes, custo-efetivas e sustentáveis, representando um eixo fundamental na luta dessa ameaça crescente à saúde humana (Brink *et al.*, 2024; Troisi *et al.*, 2020).

REFERÊNCIAS

AHMED, Sarfraz *et al.* Recent approaches for downplaying antibiotic resistance: molecular mechanisms. **BioMed Research International**, v. 2023, n. 1, p. 5250040, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2023/5250040>. Acesso em: 19 ago. 2025.

BRINK, A. *et al.* Vaccines in the fight against antimicrobial resistance—perspectives from South Africa: The Global Antibiotic Resistance Partnership—South Africa (GARP-SA) Group collaborators (the GARP-SA collaborators). **SA Pharmaceutical Journal**, v. 92, n. 2, p. 48-52, 2025. Disponível em: <https://journals.co.za/doi/10.7196/SAMJ.2024.v114i9.2111>. Acesso em: 19 ago. 2025.

CANDEIAS, Catarina *et al.* Streptococcus pneumoniae carriage, serotypes, genotypes, and antimicrobial resistance trends among children in Portugal, after introduction of PCV13 in National Immunization Program: A cross-sectional study. **Vaccine**, v. 42, n. 22, p. 126219, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2024.126219>. Acesso em: 19 ago. 2025.

DAVIES, Nicholas G. *et al.* Modeling the effect of vaccination on selection for antibiotic resistance in Streptococcus pneumoniae. **Science translational medicine**, v. 13, n. 606, p. eaaz8690, 2021. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/scitranslmed.aaz8690>. Acesso em: 19 ago. 2025.

JUNG, Myunghwan *et al.* Enhancing vaccine effectiveness in the elderly to counter antibiotic resistance: The potential of adjuvants via pattern recognition receptors. **Human Vaccines & Immunotherapeutics**, v. 20, n. 1, p. 2317439, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/21645515.2024.2317439>. Acesso em: 19 ago. 2025.

KAUR, Ravinder *et al.* Rising pneumococcal antibiotic resistance in the post–13-valent pneumococcal conjugate vaccine era in pediatric isolates from a primary care setting. **Clinical Infectious Diseases**, v. 72, n. 5, p. 797-805, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa157>. Acesso em: 19 ago. 2025.

KHAN, Maria. Commodifying Vaccines to Curtail Antibiotic Resistance Impact in Malaria Endemic Countries. **Journal of the College of Physicians and Surgeons--Pakistan: JCPSP**, v. 33, n. 12, p. 1454-1456, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.29271/jcpsp.2023.12.1454>. Acesso em: 19 ago. 2025

MARCHETTI, Federico; PRATO, Rosa; VIALE, Pierluigi. Survey among Italian experts on existing vaccines' role in limiting antibiotic resistance. **Human Vaccines & Immunotherapeutics**, v. 17, n. 11, p. 4283-4290, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/21645515.2021.1969853>. Acesso em: 19 ago. 2025.

MAUGERI, Andrea; BARCHITTA, Martina; AGODI, Antonella. Vaccination coverage in Italian children and antimicrobial resistance: an ecological analysis. **Antimicrobial Resistance & Infection Control**, v. 11, n. 1, p. 136, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13756-022-01173-0>. Acesso em: 19 ago. 2025.

MINAKAWA, Marcia Michie; FRAZÃO, Paulo. Controle das doenças imunopreveníveis no Brasil entre 1980 e 2018: contextos políticos e econômicos, o papel da mídia e do nível local na cobertura vacinal. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.6.2025.tde-25042025-155530>. Acesso em: 19 ago. 2025.

SCHUELLER, Emily *et al.* Associations between private vaccine and antimicrobial consumption across Indian states, 2009–2017. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1494, n. 1, p. 31-43, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/nyas.14571> Acesso em: 19 ago. 2025.

TROISI, Marco *et al.* Vaccines as remedy for antimicrobial resistance and emerging infections. **Current Opinion in Immunology**, v. 65, p. 102-106, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.coi.2020.09.003>. Acesso em: 19 ago. 2025.

WHITTLES, Lilith K.; WHITE, Peter J.; DIDELOT, Xavier. Assessment of the potential of vaccination to combat antibiotic resistance in gonorrhea: a modeling analysis to determine preferred product characteristics. **Clinical Infectious Diseases**, v. 71, n. 8, p.1912-1919,2020. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7643747/> Acesso em: 19 ago. 2025.

YEMEKE, Tatenda; CHEN, Hui-Han; OZAWA, Sachiko. Economic and cost-effectiveness aspects of vaccines in combating antibiotic resistance. **Human Vaccines & Immunotherapeutics**, v. 19, n. 1, p. 2215149, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/21645515.2023.2215149>. Acesso em: 19 ago. 2025.