

Uso de Bacteriófagos Como Estratégia para o Combate de Superbactérias

Use of bacteriophages as a strategy to combat superbugs

Kaylane Fernandes Teixeira ¹

Yasmin Barbosa de Amorim ²

Valéria Ferreira de Freitas Pagani ³

Miguel Barros da Rocha Neto ⁴

RESUMO

Introdução: A resistência bacteriana tem se tornado um grave problema de saúde pública, agravado pelo uso indiscriminado de antibióticos, o que favorece o surgimento de superbactérias. **Objetivos:** Avaliar o uso de bacteriófagos como alternativa terapêutica no combate às bactérias multirresistentes. **Métodos:** Revisão integrativa da literatura; buscas nas bases SciELO, BVS e PubMed por estudos em português publicados entre janeiro de 2019 e dezembro de 2024. Foram identificados 23 artigos iniciais; após aplicação de critérios de inclusão/exclusão e leitura crítica, 9 artigos foram selecionados para análise. A síntese considerou evidências sobre eficácia, segurança e limitações da fagoterapia. **Resultados:** Os 9 estudos selecionados indicaram eficácia da fagoterapia contra patógenos multirresistentes como MRSA, com preservação da microbiota benéfica. Os obstáculos apontados incluem necessidade de personalização dos fagos, desafios de formulação/transporte e potencial resposta imunológica do hospedeiro. **Conclusão:** A fagoterapia é uma estratégia promissora no combate à resistência bacteriana, porém sua consolidação clínica exige mais pesquisas, padronização de protocolos e investimentos em desenvolvimento translacional.

Palavras-chave: Fagoterapia; Superbactérias; Bacteriógrafos.

ABSTRACT

Introduction: Bacterial resistance has become a serious public health problem, aggravated by the indiscriminate use of antibiotics, which favors the emergence of superbugs. **Objectives:** To evaluate the use of bacteriophages as a therapeutic alternative in the fight against multidrug-resistant bacteria. **Methods:** Integrative literature review; searches in the SciELO, BVS and PubMed databases for studies in Portuguese published between January 2019 and December 2024. 23 initial articles were identified; after applying inclusion/exclusion criteria and critical reading, 9 articles were selected for analysis. The synthesis considered evidence on the efficacy, safety and limitations of phage therapy. **Results:** The 9 selected studies indicated the efficacy of phage therapy against multidrug-resistant pathogens such as MRSA, with preservation of beneficial microbiota. The obstacles pointed out include the need for customization of phages, formulation/transport challenges and potential host immune response. **Conclusion:** Phage therapy is a promising strategy in combating bacterial resistance, but its clinical consolidation requires more research, standardization of protocols, and investments in translational development.

Keywords: Phage therapy; Superbugs; Bacteriographs.

¹ Graduanda de Medicina, Afya-Redenção-PA. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9918-8247> E-mail: kaylanefernandesteixeira@gmail.com

² Graduanda de Medicina, Afya-Redenção-PA. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9184-7693> E-mail: yasminamorim547@gmail.com

³ Graduando em Medicina, Faculdade de Ciências Médicas de Bragança-PA. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4891-6427> E-mail: mbrochneto@gmail.com

⁴ Graduanda de Medicina, Afya-Redenção-PA. Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-2356-3497> E-mail: vaaleriapagani@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A resistência bacteriana é um dos principais desafios enfrentados pela medicina moderna. Com o uso indiscriminado e excessivo de antibióticos nas últimas décadas, muitas bactérias desenvolveram mecanismos de defesa que as tornam resistentes a esses medicamentos. Essas bactérias, popularmente conhecidas como “superbactérias”, representam uma ameaça significativa à saúde pública, especialmente em ambientes hospitalares, onde infecções resistentes podem se disseminar com rapidez e levar a desfechos graves¹.

Atualmente, já se conhece uma ampla variedade de mecanismos que conferem resistência bacteriana, incluindo a produção de novas proteínas ligantes à penicilina, alterações enzimáticas em fármacos, mudanças nos alvos terapêuticos, aumento das bombas de efluxo e modificações na permeabilidade da membrana. No entanto, o uso indiscriminado e extensivo de antibióticos persiste e decorre não apenas da pressão seletiva provocada pelo uso excessivo de antimicrobianos, mas também das dificuldades enfrentadas no desenvolvimento de novos fármacos eficazes².

O conceito de superbactérias engloba organismos que possuem resistência a múltiplos antibióticos, dificultando seu tratamento. Entre os exemplos mais preocupantes estão espécies como *Klebsiella pneumoniae* resistente a carbapenêmicos e *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA). O aumento dessas infecções está diretamente relacionado à dificuldade de desenvolver novos antibióticos e à limitação de alternativas terapêuticas³.

Nesse contexto, a busca por abordagens inovadoras para combater infecções bacterianas tem se tornado uma prioridade na pesquisa científica. Entre as soluções emergentes, destacam-se os bacteriófagos, também conhecidos como fagos. Esses vírus, que infectam exclusivamente bactérias, têm despertado interesse crescente como uma possível ferramenta complementar ou alternativa ao uso de antibióticos convencionais⁴.

Os bacteriófagos são considerados organismos altamente específicos, capazes de infectar e destruir bactérias específicas sem causar danos às células humanas. Essa especificidade minimiza os impactos colaterais e preserva a microbiota benéfica, uma vantagem significativa em relação aos antibióticos de amplo espectro. Ademais, os fagos

apresentam um potencial significativo para adaptação, sendo capazes de evoluir em resposta às mudanças nas bactérias-alvo⁵.

A utilização de bacteriófagos não é uma ideia nova. Sua descoberta, no início do século XX, gerou grande entusiasmo como solução para infecções bacterianas. Contudo, com a ascensão dos antibióticos, a terapia fágica foi gradualmente abandonada em muitos países, permanecendo em uso limitado em algumas regiões, como no leste europeu^{6,7}. Recentemente, entretanto, o interesse na pesquisa e no desenvolvimento dessa tecnologia tem sido revitalizado⁸.

O principal impulso para o ressurgimento da terapia fágica é a crise global causada pelas superbactérias. Organizações como a Organização Mundial da Saúde (OMS) têm destacado a necessidade de estratégias inovadoras para combater a resistência antimicrobiana. Nesse cenário, os bacteriófagos se apresentam como uma solução promissora, tanto no tratamento de infecções resistentes quanto na prevenção de novos surtos⁹.

Estudos recentes têm demonstrado a eficácia dos fagos contra patógenos multirresistentes. O fago SS, por exemplo, mostrou-se eficaz no tratamento de infecções causadas pela superbactéria *Klebsiella pneumoniae*, com resultados positivos em ensaios em ratos e em pacientes com câncer. Ensaios clínicos realizados na Geórgia também indicaram a eficácia dos fagos contra o gênero *Staphylococcus*, com taxas de sucesso de 70% em infecções leves e 55% em casos de sepse¹⁰.

Apesar de seu potencial, a terapia fágica enfrenta desafios importantes. A especificidade dos fagos, embora vantajosa, também exige um conhecimento detalhado do agente infeccioso para garantir a eficácia do tratamento. Além disso, há questões regulatórias, logísticas e éticas que precisam ser consideradas antes de sua implementação em larga escala¹¹.

A interação entre superbactérias e bacteriófagos é um campo de estudo repleto de possibilidades, mas que requer uma abordagem interdisciplinar. A integração de conhecimentos em microbiologia, genética, biotecnologia e medicina é essencial para maximizar os benefícios dessa tecnologia e superar suas limitações¹². Este trabalho busca

explorar os avanços recentes no estudo das superbactérias e dos bacteriófagos, bem como os desafios e as perspectivas futuras dessa interação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, elaborada conforme as recomendações do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020, garantindo rigor metodológico, transparência e reprodutibilidade dos resultados. O processo de elaboração seguiu seis etapas fundamentais: identificação do tema e formulação da questão de pesquisa; definição dos critérios de inclusão e exclusão; busca e seleção dos estudos; extração e análise dos dados; interpretação dos resultados; e síntese do conhecimento obtido.

A questão norteadora foi construída a partir da estratégia PICO, na qual a população (P) correspondeu às bactérias resistentes a antibióticos; a intervenção (I) referiu-se ao uso de bacteriófagos (fagoterapia); a comparação (C) envolveu a ausência de fagoterapia ou o tratamento com antibióticos convencionais; e o desfecho (O) considerou a eficácia e segurança do uso de bacteriófagos no combate a superbactérias. A partir desse modelo, definiu-se a pergunta de pesquisa: “Quais são as evidências disponíveis na literatura sobre a eficácia e segurança do uso de bacteriófagos no combate a bactérias resistentes?”

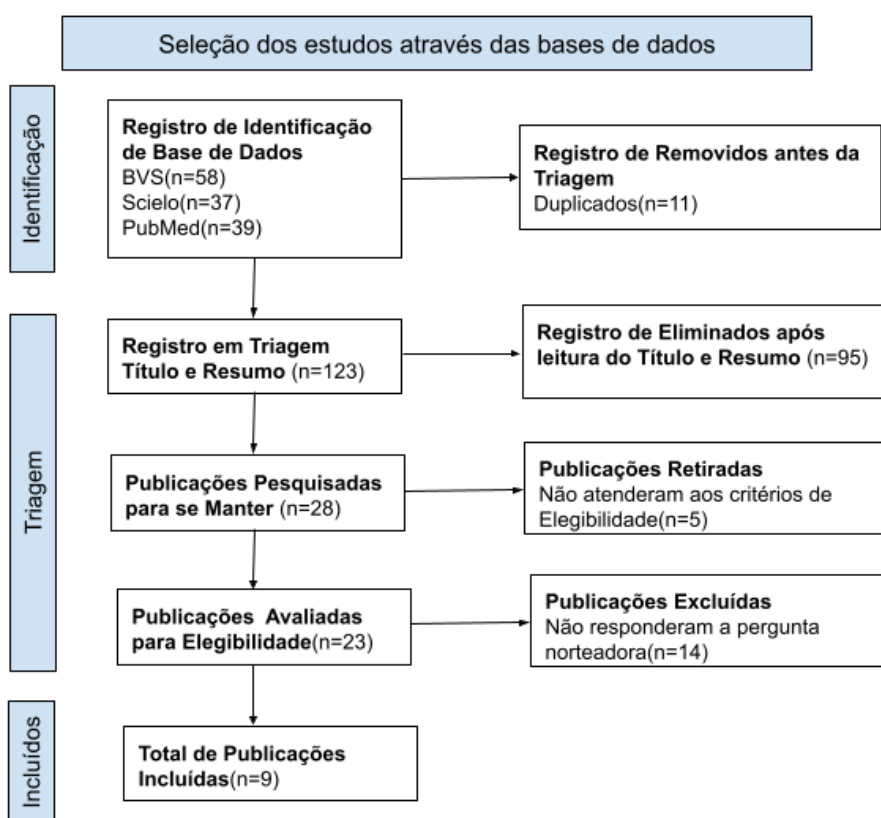
A busca dos dados foi realizada nas bases SciELO, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e PubMed, abrangendo publicações entre janeiro de 2019 e dezembro de 2024, redigidas no idioma português e disponíveis na íntegra. Foram utilizados descritores controlados e termos livres — “bacteriófagos”, “resistência bacteriana”, “superbactérias” e “terapia fágica” — combinados com os operadores booleanos AND e OR.

Foram incluídos ensaios clínicos, estudos observacionais, coortes, estudos de caso-controle e revisões sistemáticas que abordassem o uso de bacteriófagos no tratamento de infecções por bactérias resistentes. Foram excluídos resumos, revisões narrativas, editoriais, cartas ao editor e estudos piloto que não apresentaram dados consistentes sobre eficácia e segurança.

O processo de seleção ocorreu em duas etapas. Inicialmente, foram identificados 123 estudos, após a leitura dos títulos e resumos, bem como, a aplicação dos critérios de

elegibilidade, 9 artigos foram incluídos para leitura na íntegra e análise crítica. Os dados extraídos foram organizados em uma planilha eletrônica, contemplando informações como autor, ano, tipo de estudo, microrganismo investigado, tipo de fago e principais resultados observados.

Figura 1 - Fluxograma PRISMA



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

3. RESULTADOS

Dos artigos analisados, nove foram incluídos nessa seção, por serem considerados compatíveis com a delimitação da pesquisa. O quadro 1 descreve os autores, ano de publicação, objetivos, métodos e resultados desses trabalhos.

Quadro 1 - Resultados: artigos selecionados.

Autor/Ano	Objetivo	Método	Resultados
Almeida et al., 2023 ¹³	Compreender os principais fatores da resistência bacteriana e explorar estratégias para combatê-la.	O estudo utilizou uma revisão narrativa da literatura, abordando fontes bibliográficas e bases de dados eletrônicas como Google Acadêmico e Pubmed, com descritores indexados nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): "Antibióticos", "Resistência bacteriana" e "Atividade antimicrobiana"	A compreensão desses fatores é fundamental para enfrentar o desafio, buscando o uso racional de antimicrobianos, medidas de prevenção e novas terapias. Ademais, os potencializadores da atividade antibiótica são uma abordagem promissora para reverter a resistência bacteriana.
Dian et al., 2022 ¹⁴	Discutir o uso de fagos para o tratamento de doenças bacterianas cujos antibióticos disponíveis atualmente já não surtem efeitos.	Revisão de literatura	Pôde-se concluir que os fagos se apresentam como ferramentas eficientes para combater bactérias multirresistentes, uma vez que são altamente específicos, provocam rápida melhora dos quadros de com infecções multirresistentes e causam menores impactos ambientais.
Ferreira, 2022 ¹⁵	Entender, perspectivando a nível futuro a partir dos estudos mais recentes, as aplicações terapêuticas dos fagos e a possibilidade destes agentes complementarem a ação dos antibióticos, de forma a contornar o problema emergente da multirresistência antibiótica.	Para a realização desta monografia recorreram-se a várias fontes bibliográficas, utilizaram-se recursos disponíveis online, entre eles o Pubmed, Elsevier, MDPI e Google Scholar para leitura dos resumos e seleção dos artigos de interesse, mas também a livros científicos disponíveis em versão online.	A associação de bacteriófagos e antibióticos como terapêutica mista para o controle de infecções bacterianas, potenciando o efeito de ambas as terapêuticas e obtendo-se um sinergismo fago-antibiótico, podendo este ser um passo evolutivo no que toca a novas soluções procuradas para o problema emergente que se detém na atualidade.
Judson et al., 2024 ¹⁶	A análise laboratorial revelou características distintas na macromorfologia das placas de fagos de Escherichia coli, representando vários morfotipos.	Para isolar bacteriófagos, foi utilizada a cepa comercial E. coli ATCC®25922™, proveniente da Unidade de Pesquisa em Xenobióticos da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (Brasil).	A análise morfológica da placa realizada em uma coleção diversificada de bacteriófagos originados de esgotos e ambientes fluviais não revelou apenas uma série de amostras de fagos, mas o fez através de uma metodologia prospectiva com boa relação custo-benefício.
Neca et al., 2022 ¹⁷ .	Analisar a aplicação do	Foram analisados 11	Destacou-se que seus

	uso de bacteriófagos como forma de biocontrole bacteriano, com ênfase nas aplicações dessa forma de controle na indústria.	artigos de uma amostra inicial de 3.460, os quais permitiram evidenciar a aplicabilidade do uso de fagos bacterianos na agroindústria, na indústria alimentícia e na saúde humana.	mecanismos de ação permitem o controle bacteriano através da lise celular, da remoção de biofilmes bacterianos, e na melhoria da ação de drogas antibacterianas por meio da interferência na resistência a antibióticos.
Novaes et al., 2024 ¹⁸	Explorar as evidências disponíveis da terapia com fagos como uma possível alternativa aos antibióticos e efetuar uma comparação entre antibióticos e bacteriófagos para verificar as vantagens da fagoterapia.	Realizou-se uma pesquisa bibliográfica na base de dados PubMed recorrendo às palavras chave "resistência aos antibióticos", "fagoterapia", "terapias alternativas e "bactérias multirresistentes".	Os fagos são usados na terapia humana desde o início do séc.XX, mas foram abandonados com o aparecimento dos antibióticos, à exceção da Geórgia e Polónia que recebem pacientes até hoje para fagoterapia.
Oliveira,, 2021 ¹⁹	Avaliar a aplicabilidade de tubos endotraqueais revestidos com bacteriófagos, visando vencer os desafios associados ao biofilme e à resistência bacteriana.	Um estudo in vitro desenvolvido no Laboratório do Núcleo de Estudos de Prevenção e Controle de Infecção nos Serviços de Saúde (NEPECISS) junto-a Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de Paulo (EERP/USP) e Laboratório de Pesquisa em Reabilitação Oral na Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FORP/USP).	A área recoberta por biofilme foi significativamente reduzida após a exposição de biofilmes maduros aos bacteriófagos.
Santos et al., 2024 ²⁰	Descrever o papel dos bacteriófagos no tratamento de infecções causadas por <i>Staphylococcus aureus</i> resistente à metilina (MRSA) e enfatizar a relevância da fagoterapia como uma alternativa inovadora e eficaz para combater a resistência bacteriana.	Este artigo é uma revisão de literatura integrativa, onde foram selecionados artigos publicados entre 2018 e 2024 nas bases de dados PubMed, Scielo e Google Scholar. A análise dos dados foi feita de forma qualitativa, buscando identificar as principais	O uso de bacteriófagos líticos surge como uma alternativa promissora para o controle bacteriano, pois esses vírus infectam e eliminam o patógeno sem efeitos colaterais indesejados e ajudam a reduzir o uso de antimicrobianos, contribuindo para a diminuição das taxas de resistência.

		vantagens e limitações da fagoterapia em comparação com os antibióticos tradicionais.	
Vieira et al., 2021 ²¹	Descrever os mecanismos moleculares pelos quais os fagos infectam e lisam as células, realizar uma análise comparativa entre a terapia fágica e a antibioticoterapia na atualidade, e discorrer sobre a eficácia da fagoterapia em pacientes infectados por patógenos multirresistentes, bem como suas possíveis aplicações	O presente artigo se trata de uma revisão narrativa da literatura a qual se utilizará das seguintes fontes de dados eletrônicos: Cochrane Library, National Library of Medicine, Scientific Eletronic Library Online e a revista científica Nature.	Embora promissora, a fagoterapia enfrenta importantes desafios logísticos, entre os quais está a necessidade de se especificar o agente etiológico para efetivar o tratamento. Além disso, foi constatada uma considerável dificuldade ao se personalizar os coquetéis fágicos para cada infecção.

Fonte: Autores (2025).

4. DISCUSSÃO

É válido ressaltar que a resistência bacteriana aos antimicrobianos é um grave problema de saúde pública, agravado pelo uso indiscriminado de antibióticos, que favorece o surgimento de superbactérias. Diante disso, o trabalho de Almeida e colaboradores¹³, indica que os bacteriófagos têm se propagado como uma alternativa promissora, capazes de atuar de forma específica contra bactérias resistentes. Estudos indicam que esses vírus podem ser combinados com compostos naturais ou sintéticos para potencializar a atividade antimicrobiana, inibindo mecanismos como bombas de efluxo e reduzindo a resistência bacteriana.

A fagoterapia tem emergido como aliada no combate à resistência bacteriana, especialmente em infecções hospitalares por patógenos multirresistentes como o Staphylococcus aureus resistente à meticilina (MRSA). Os bacteriófagos, agentes biológicos altamente específicos, atuam no controle de bactérias-alvo sem afetar a microbiota benéfica do hospedeiro, o que minimiza os efeitos adversos típicos da antibioticoterapia convencional. Estudos discutidos por esse trabalho destacam a eficácia dos fagos em

tratamentos tópicos e sistêmicos, incluindo infecções cutâneas e respiratórias, reforçando sua viabilidade terapêutica no contexto clínico²⁰.

Outrora, o estudo de Ferreira¹⁵, corrobora com essa ideia ao ressaltar que o potencial terapêutico dos bacteriófagos é amplamente reconhecido em cenários onde os antibióticos têm eficácia limitada. Esses ensaios clínicos demonstram que a combinação de fagos com agentes antimicrobianos pode ampliar a eficácia dos tratamentos, reduzindo o surgimento de novas resistências. Dessa forma, a fagoterapia se apresenta não apenas como uma alternativa, mas também como um complemento estratégico para combater as crescentes taxas de resistência antimicrobiana, especialmente em ambientes hospitalares.

Os estudos ressaltam o potencial terapêutico dos bacteriófagos no combate a infecções bacterianas multirresistentes. Vieira et al. analisaram a eficácia da fagoterapia em diferentes vias de administração, com destaque para a via parenteral, evidenciando a capacidade dos fagos de coevolúem com as bactérias, o que fortalece sua aplicação em infecções complexas^{19,20}. Complementando, Oliveira¹⁹ explorou o uso de bacteriófagos contra *Pseudomonas aeruginosa* presente em tubos endotraqueais, destacando a redução da formação de biofilmes e a diminuição da virulência bacteriana. Esses resultados indicam que os bacteriófagos podem ser uma ferramenta terapêutica eficaz, especialmente em cenários onde os tratamentos convencionais falham devido à resistência bacteriana.

Em contraponto, a pesquisa de Judson e outros autores¹⁶, que baseou-se na caracterização morfológica de placas de bacteriófagos contra *E. coli*, realizada em amostras de rios urbanos de Curitiba, Brasil, revelou seis padrões distintos, refletindo a diversidade fágica em ambientes ricos em esgoto. As variações observadas, consistentes com estudos prévios, destacam que fatores como o meio de cultivo e a estrutura bacteriana influenciam as interações fágicas. Embora não haja correlação direta entre o tamanho das placas e a eficácia lítica, a análise preliminar é essencial para identificar bacteriófagos com potencial biotecnológico e terapêutico, contribuindo para futuras aplicações em controle de doenças e engenharia genética.

Ademais, a terapia fágica oferece vantagens significativas, como alta especificidade ao hospedeiro, preservando a microbiota benéfica, menor risco de resistência bacteriana devido à coevolução dos fagos e impacto ambiental reduzido, já que os fagos são degradados

em condições ambientais. Contudo, apresenta desafios importantes, como a necessidade de personalizar coquetéis fágicos para cada infecção, devido à diversidade bacteriana, e a complexidade em avaliar as respostas imunológicas inata e adaptativa ao fago, tornando sua aplicação clínica mais complexa em comparação aos antibióticos tradicionais¹⁴.

Entretanto, apesar de sua abundância e diversidade, os bacteriófagos enfrentam desafios na fagoterapia devido à sua especificidade de hospedeiro e à resistência das bactérias, como o sistema CRISPR-Cas, que permite às bactérias reconhecer e degradar material genético de fagos, desenvolvendo uma "memória imunológica". A eficácia da terapia também é impactada pela dificuldade de transporte eficiente dos fagos até as bactérias-alvo. A solução pode ser o uso de bacteriófagos associados, mas a complexidade no desenvolvimento e adaptação dos tratamentos limita sua aplicação clínica em larga escala¹⁸.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A resistência bacteriana representa uma ameaça crescente à saúde pública, demandando estratégias inovadoras de tratamento. Nesse contexto, o uso de bacteriófagos surge como alternativa promissora no combate a infecções causadas por microrganismos multirresistentes, como *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*. Apesar do potencial terapêutico, ainda existem limitações relacionadas à personalização dos tratamentos, à resposta imunológica e aos mecanismos microbianos de defesa, como o sistema CRISPR-Cas. A combinação dos fagos com antibióticos ou enzimas líticas pode ampliar sua eficácia e reduzir o risco de novas resistências. Assim, a fagoterapia configura-se como uma ferramenta terapêutica inovadora e de grande impacto, cujo avanço depende de investimentos contínuos em pesquisa, inovação e regulamentação.

REFERÊNCIAS

1. Pereira GJV, da Rosa Taciano M, Corrêa MEM, Aguiar NT, Ramos VM. Aumento da resistência bacteriana de antibióticos na pandemia da COVID-19: uma revisão narrativa. *Research, Society and Development*. 2024;13(6):e7313646040.7.
2. Joviliano RD, Melo SA, Ceni HMR. Alternativas terapêuticas e aplicação de bacteriófagos como estratégia no uso de antibióticos no tratamento de doenças

- bacterianas. *Rev Med (São Paulo)*. 2020;99(1):88–95. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revistadc/article/view/163982/159175>
3. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Antibiotic Resistance Threats in the United States, 2019. Atlanta: CDC; 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15620/cdc:82532>
 4. Gordillo-Altamirano FL, Barr JJ. Phage therapy in the postantibiotic era. *Clin Microbiol Rev*. 2019;32(2). Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6431132/>
 5. Plunder S, Burkard M, Lauer UM, Venturelli S, Marongiu L. Determinação da carga de fagos e tempo de administração em ocorrências simuladas de tratamentos antibacterianos. *Front Med*. 2022;9:1040457. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/medicine/articles/10.3389/fmed.2022.1040457/full>
 6. Araújo AEV, Ferreira NV, Nascimento TS. Tratamentos não convencionais para infecções bacterianas resistentes. In: Assef ADC, Santos LM, Zahner V, eds. *Superbactérias resistentes a antimicrobianos* [Internet]. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 2025. p.179–93. (BIO collection). doi:10.7476/9786557082331.0011
 7. Abedon ST, García P, Mullany P, Aminov R. Editorial: Phage Therapy: Past, Present and Future. *Front Microbiol*. 2017;8:981. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00981>
 8. Aslam S. Bacteriophage therapy as a treatment option for transplant infections. *Curr Opin Infect Dis*. 2020;33(4):298–303. Disponível em: https://journals.lww.com/co-infectiousdiseases/abstract/2020/08000/bacteriophage_therapy_as_a_treatment_option_for.5.aspx
 9. World Health Organization (WHO). Global Priority List of Antibiotic-Resistant Bacteria to Guide Research, Discovery, and Development of New Antibiotics. Geneva: WHO; 2017. Disponível em: <https://www.who.int/news/item/27-02-2017-who-publishes-list-of-bacteria-for-which-new-antibiotics-are-urgently-needed>
 10. Mingo OC, Ferragud RF, Freitas AR. Bacteriófagos como terapia das infecções causadas por bactérias multirresistentes: serão os vírus a solução do futuro para as superbactérias? *RevSALUS*. 2022;4(Suppl):211. doi:10.51126/revsalus.v4iSup.448. Disponível em: <https://revsalus.com/index.php/RevSALUS/article/view/448>
 11. Rohde C, Resch G, Pirnay JP, Blasdel BG, et al. Expert opinion on three phage therapy related topics: bacterial phage resistance, phage training and prophages in bacterial production strains. *Viruses*. 2018;10(4):178. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/v10040178>
 12. Reina J, Reina N. Fagoterapia: uma alternativa à antibioticoterapia? *Rev Esp Quimioter*. 2018;31(2):101–4. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6159377/>

13. Almeida ML, Almeida ML, Nery KLF, Melo DS, Cruz AS, Fortes ABPL, Silva AWN, Lima NBB, Alencar PLP. Resistência bacteriana: uma ameaça global. *Braz J Health Rev.* 2023;6(5):19741–8. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/62740>
14. Dian VS, Gonçalves D, Cabral SO, et al. Potencial de bacteriófagos como alternativa aos antimicrobianos convencionais. *INIC.* 2022;1–6. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/376055178_POTENCIAL_DE_BACTERIOFAGOS_COMO_ALTERNATIVA_AOS_ANTIMICROBIANOS_CONVENCIONAIS
15. Ferreira BSB. O potencial terapêutico dos bacteriófagos e as infecções nosocomiais [Internet]. 2022. Disponível em: <https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:JWs-3MzwRKkJ>
16. Judson MJ, Rosa E, Figueiredo C, Ollhoff D. Morfologia de placa de bacteriófagos líticos infectando *Escherichia coli* isolada de amostras de esgoto e rios de Curitiba, Brasil. *Rev Acad Cienc Anim.* 2024;22:10.7213/acad.2024.22006.
17. Neca CSM, Marques AA, Júnior CLO, Silva MES, Costa ME, Rodrigues SA. The use of bacteriophages as a solution for antibiotic resistance and its applications in industry: a literature review. *Res Soc Dev.* 2022;11(9):e56011932098. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/32098>
18. Novaes JB, Cardoso YCS, Pacheco MO. O uso de terapia fágica no tratamento de doenças provocadas por *Staphylococcus aureus* super resistentes. *RECIMA21 Rev Cient Multidiscip.* 2024;5(4):e545124. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/5124>
19. Oliveira VC. Bacteriófagos com potencial aplicabilidade em tubos endotraqueais: avaliação das atividades antibacteriana e antibiofilme. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo; 2021. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/22/22132/tde-24082021-155007/>
20. Santos GS, Silva DR, Oliveira DB, et al. O uso da fagoterapia no combate a infecções por *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina. *Rev Ibero-Am Humanid Ciênc Educ.* 2024;10(11):2713–34. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/16713>
21. Vieira GM, Piva D, Damasceno RL, Japiassu RVN, et al. Eficácia da fagoterapia para o tratamento de infecções por bactérias multirresistentes e suas aplicações. *Rev Bras Rev Saúde.* 2021;3:10728–44. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/2987>