

UNIVERSIDADE METROPOLITANA DE SANTOS

Evelyn Martins

Mariana Leme Salazar

**FOTOTERAPIA DINÂMICA NO MANEJO DO BIOFILME EM
PACIENTES COM FERIDAS DE DIFÍCIL CICATRIZAÇÃO:
REVISÃO DA LITERATURA**

SANTOS

2025

Trabalho de Conclusão de
Curso de Enfermagem, da
Universidade Metropolitana
de Santos, UNIMES, com
requisito para a obtenção
do título de Bacharel em
Enfermagem.

Orientadora: Prof^a Ms.
Natália Custódio

Dados da Ficha Catalográfica

M386f Salazar, Mariana. Evelyn Martins

Fototerapia Dinamica no Manejo do Biofilme em Pacientes com Feridas de Dificil Cicatrização. / Mariana Salazar . Evelyn Martins . – Santos, 2025.
20 f.

Orientador : Prof. Mestre. Natalia Custódio

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Universidade Metropolitana de Santos, Enfermagem. 2025.

1. Enfermagem. 2. Biofilme. 3. Cicatrização.

Fototerapia Dinâmica no Manejo do Biofilme em Pacientes com Feridas de Dificil Cicatrização

CDD:610

Vanessa Laurentina Maia
Crb8 71/97
Bibliotecária Unimes

AGRADECIMENTOS

Evelyn

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por iluminar meus caminhos, me dar força nos momentos difíceis e sabedoria para chegar até aqui. Aos meus pais, Suelena e Claudio, por todo amor, apoio e dedicação ao longo dessa caminhada. Ao meu irmão, Matheus, por estar sempre presente e torcer por cada conquista. Ao meu namorado, Vinícius, pelo amor, paciência e incentivo constantes, mesmo nos dias mais desafiadores. Aos meus amigos e familiares, que contribuíram com palavras de carinho e motivação durante esses cinco anos. E à minha dupla, Mariana, por toda parceria, amizade e dedicação compartilhadas nessa trajetória. A todos vocês, minha eterna gratidão — este sonho só foi possível porque estiveram ao meu lado.

Mariana

Dedico este trabalho a Deus, por me permitir ser instrumento na vida das pessoas e por guiar cada passo da minha trajetória até aqui. Aos meus pais, Tenyle Leme Salazar e Almir Salazar, e ao meu irmão Almir Júnior, por todo amor, apoio e incentivo incondicional durante esses cinco anos de caminhada.

E ao meu namorado, Leonardo, por estar ao meu lado em cada desafio, acreditando em mim e me inspirando diariamente a ser melhor, sem jamais desistir dos meus sonhos.

E também a minha dupla Evelyn que esteve ao meu lado em todos os momentos sempre me apoiando com muita amizade e parceria em todos os dias.

RESUMO

Introdução: As feridas crônicas representam um desafio relevante para a prática clínica da enfermagem, especialmente devido à presença frequente de biofilme, estrutura microbiana resistente que dificulta a atuação terapêutica e retarda o processo de cicatrização. Diante dessa problemática, a Terapia Fotodinâmica (TFD) tem emergido como alternativa complementar promissora para o controle do biofilme e a melhora da evolução cicatricial. Assim, este estudo teve como objetivo revisar a literatura científica acerca do uso da TFD no manejo do biofilme em feridas de difícil cicatrização, destacando sua eficácia, mecanismos de ação e implicações para a prática de enfermagem baseada em evidências. Trata-se de uma revisão bibliográfica realizada nas bases SciELO, LILACS, PubMed e Google Scholar. Os achados demonstram que a TFD é capaz de reduzir a carga microbiana, romper estruturas do biofilme e favorecer a progressão da cicatrização, configurando-se como estratégia complementar relevante. Conclui-se que a TFD apresenta potencial clínico significativo, embora ainda sejam necessários estudos padronizados para consolidar protocolos e orientar sua aplicação na prática assistencial.

Palavras-chave: Feridas crônicas; Biofilme; Enfermagem; Cicatrização.

ABSTRACT

Chronic wounds represent a significant challenge for clinical nursing practice, especially due to the frequent presence of biofilm, a resistant microbial structure that hinders therapeutic effectiveness and delays the healing process. Given this issue, Photodynamic Therapy (PDT) has emerged as a promising complementary strategy for biofilm control and improved wound-healing outcomes. This study aimed to review the scientific literature on the use of PDT in the management of biofilm in hard-to-heal wounds, highlighting its effectiveness, mechanisms of action, and implications for evidence-based nursing practice. This is a narrative literature review conducted in the SciELO, LILACS, PubMed, and Google Scholar databases. The findings indicate that PDT can reduce microbial load, disrupt biofilm structure, and promote tissue repair, making it a relevant complementary therapeutic approach. It is concluded that PDT has significant clinical potential; however, further standardized studies are needed to consolidate protocols and guide its application in clinical practice.

Keywords: Chronic wounds; Biofilm; Nursing; Wound healing.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVO GERAL	11
3. METODOLOGIA	11
4. RESULTADOS	12
5. DISCUSSÃO	15
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	17
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

1. INTRODUÇÃO

Em novembro de 2018, houve a publicação do documento intitulado "Recomendação brasileira para o gerenciamento de biofilme em feridas crônicas complexas" no marco do VII Congresso Brasileiro de Prevenção e Tratamento de Feridas. Trata-se de uma iniciativa importante, pois no Brasil, até aquela data, não havia qualquer consenso nacional publicado a respeito do tema. Importante ressaltar que um guia de recomendações auxilia os profissionais da área da saúde na tomada de decisão para gerenciamento do tratamento de feridas complexas de modo assertivo e baseado em evidência ¹.

O conceito de biofilme foi descrito pela primeira vez em detalhes em 1978 por Costerton et al. Embora as bactérias sejam amplamente conhecidas como organismos de vida livre (planctônicas), ou seja, células individuais flutuantes presentes no ar ou em ambientes aquosos, o ambiente mais natural para uma bactéria envolve a adesão a uma superfície e a existência dentro de uma comunidade de células bacterianas ².

O biofilme é uma comunidade formada por comunidades de microrganismos como bactérias, fungos e vírus que se unem e fixam às superfícies das feridas crônicas, sendo presente em aproximadamente 90% das feridas de difícil cicatrização, como úlceras por pressão, feridas diabéticas e venosas. Esse biofilme representa um grande desafio clínico, principalmente devido à sua capacidade de favorecer infecções persistentes e reduzir a eficácia dos tratamentos convencionais ³.

O biofilme é uma comunidade de microrganismos como fungos, vírus e bactérias que se aderem a uma superfície e estão imersas em uma matriz extracelular, composta por polissacarídeos, proteínas e DNA. Este após removido, cresce de novo em 24 horas.

O manejo do biofilme deve ser feito por meio de um sistema de controle que integra prevenção e tratamento, exigindo primeiro o diagnóstico pela observação de indicadores clínicos (como falha terapêutica, ausência de cicatrização, exsudato e sinais de inflamação) e posterior confirmação

laboratorial (cultura quantitativa/biópsia). A estratégia terapêutica é centrada no preparo do leito da ferida, que inclui a limpeza constante e o desbridamento seriado (mecânico, instrumental ou biológico) para a remoção completa (100%) do biofilme. Em seguida, é crucial utilizar soluções antissépticas e coberturas antimicrobianas para reduzir a carga microbiana. Além disso, o tratamento deve incorporar o uso de produtos que rompam a matriz extracelular polimérica (como surfactantes, enzimas e quelantes) e agentes que interrompam sua formação (como prata iônica ou PHMB). Por fim, é essencial tratar a inflamação crônica local e sistêmica e melhorar a competência imunológica do paciente, com monitoramento contínuo da eficácia das intervenções e uso de ferramentas de avaliação de risco.⁵

Embora as bactérias sejam comumente conhecidas por sua existência como organismos planctônicos (solitários e flutuantes), é amplamente reconhecido que, no ambiente natural, elas preferem formar comunidades aderidas a superfícies, como tecidos biológicos ou materiais inertes, formando biofilmes. Este ambiente favorece a troca de nutrientes e a proteção mútua das células bacterianas, o que aumenta sua resistência aos tratamentos convencionais, como antibióticos.⁴

Em feridas crônicas, o biofilme pode ser encontrado em até 99% dos casos, principalmente em úlceras por pressão, feridas diabéticas e feridas venosas. O biofilme impede que os tratamentos convencionais, como o uso de antibióticos tópicos, sejam eficazes, dificultando o processo de cicatrização. Essas feridas frequentemente exibem características de inflamação persistente, infecções recorrentes e uma cicatrização prolongada ou incompleta, muitas vezes associada à presença de biofilme⁵. A formação do biofilme nas feridas é um processo dinâmico e multifatorial, onde as bactérias inicialmente aderem à superfície da ferida, formando uma camada inicial. Com o tempo, essa camada se desenvolve, permitindo que outras bactérias se agreguem, formando uma estrutura mais complexa e resistente.

Vários fatores podem contribuir para a formação e persistência do biofilme nas feridas, incluindo a presença de tecido necrótico, a umidade inadequada, a presença de corpos estranhos e a deficiência no sistema

imunológico do paciente. A presença de diabetes mellitus, doenças vasculares periféricas e a falta de cuidados adequados também são fatores que predisõem a formação de biofilme, tornando as feridas mais difíceis de cicatrizar.⁷

O manejo do biofilme em feridas de difícil cicatrização é um desafio constante para os profissionais de saúde, especialmente na área de enfermagem. As estratégias incluem a limpeza mecânica da ferida, o desbridamento instrumental conservador e o uso de antimicrobianos tópicos específicos. O desbridamento tem como objetivo remover o tecido necrosado, células mortas e microrganismos, promovendo um ambiente mais favorável para a cicatrização.⁸

Além disso, o uso de coberturas antimicrobianas, como curativos à base de prata, carvão ativado ou íons de prata, tem mostrado eficácia na redução da carga bacteriana e no controle do biofilme⁹. A educação do paciente sobre os cuidados com a ferida e a adesão ao tratamento são também componentes fundamentais no manejo das feridas crônicas com biofilme, visto que a cicatrização depende da combinação de abordagens terapêuticas adequadas e do autocuidado¹⁰. A principal dificuldade no tratamento de feridas crônicas com biofilme é a resistência bacteriana, que ocorre devido à proteção conferida pela matriz extracelular do biofilme. Essa resistência pode levar a infecções persistentes, que são difíceis de tratar com os antibióticos convencionais, além de reduzir a eficácia de muitos tratamentos tópicos¹¹.

A busca por novas abordagens terapêuticas, como o uso de enzimas que rompem a matriz extracelular do biofilme, está em constante desenvolvimento. Abordagens terapêuticas inovadoras, como o uso de enzimas que rompem e solubilizam o biofilme, estão em constante desenvolvimento para o manejo de feridas de difícil cicatrização. Entre as tecnologias associadas, destaca-se a Terapia Fotodinâmica (TFD).

A TFD, também conhecida como Terapia Fotodinâmica Antimicrobiana (aPDT), é um método que consiste na aplicação de um fotossensibilizador — comumente o Azul de Metileno na concentração de 0,1% — seguido pela irradiação com uma fonte de luz a laser (geralmente com comprimento de onda de 660 nm). A literatura científica crescente suporta a utilização da TFD no tratamento de feridas crônicas com biofilme, evidenciando sua eficácia na redução da carga bacteriana, a

capacidade de

acelerar a cicatrização e o impacto positivo nos desfechos clínicos, sendo uma importante alternativa não antibiótica no manejo dessas lesões. A dosagem usualmente reportada na literatura é de 165 J/cm².

2. OBJETIVO GERAL

Revisar a literatura científica acerca da utilização da terapia fotodinâmica no manejo de feridas crônicas com presença de biofilme, destacando sua eficácia, mecanismos de ação, protocolos de aplicação e impacto nos desfechos clínicos relacionados à cicatrização.

3. METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão de literatura narrativa baseada em artigos científicos publicados entre 2010 e 2025. A busca foi realizada nas bases de dados PubMed, BDenf e LILACS, utilizando os descritores: Terapia Fotodinâmica, Biofilme, Feridas Crônicas e Cicatrização de Feridas, combinados por operadores booleanos.

Durante a busca, foram identificados 32 artigos na PubMed, 14 artigos na BDenf e 19 artigos na LILACS, totalizando 65 estudos inicialmente encontrados. Após a leitura de títulos e resumos, 22 artigos foram selecionados para leitura na íntegra. Destes, 8 atenderam aos critérios de inclusão e foram utilizados na presente revisão.

Foram incluídos estudos experimentais, clínicos e revisões sistemáticas que abordassem a aplicação da terapia fotodinâmica no manejo de feridas crônicas com biofilme. Os critérios de inclusão compreenderam publicações em português ou inglês; estudos que abordassem eficácia, protocolos ou mecanismos de ação da terapia fotodinâmica; e pesquisas com foco em feridas crônicas associadas ao biofilme microbiano. Os critérios de exclusão incluíram artigos de opinião, editoriais, relatos de casos isolados, revisões de literatura narrativas, teses e dissertações.

Os dados extraídos dos estudos selecionados envolveram: tipo de ferida analisada, protocolo de fototerapia utilizado, agente fotossensibilizante empregado,

desfechos clínicos observados e resultados referentes ao controle do biofilme. A análise realizada foi qualitativa, sintetizando as principais evidências disponíveis sobre a eficácia da terapia fotodinâmica no manejo de feridas crônicas com biofilme.

4. RESULTADOS

Posteriormente a seleção de artigos, foram selecionados 6 artigos, todos encontram-se publicados na língua portuguesa, sendo dispostos no quadro abaixo.

Quadro I - Síntese de artigos selecionados por pesquisa. Santos 2025.

Título da Obra	Ano/Autor	Objetivo	Metodologia	Principais Resultados
Efeitos antimicrobianos da terapia fotodinâmica com antissépticos no biofilme de <i>Staphylococcus aureus</i> em superfície de titânio	Pereira AH et al., 2019	Avaliar a desinfecção de <i>S. aureus</i> biofilme em discos de titânio (peri-implantite modelo).	Estudo de coorte prospectivo, exploratório.	Foram utilizados led azul, laser vermelho e azul de metileno nas porcentagens de 0,1 a 0,5% e os protocolos se mostraram eficazes no manejo dos microorganismos presentes no biofilme

Terapia fotodinâmica para ação bactericida em úlceras venosas de usuários do serviço público de saúde.	Oliveira TC et al, 2022	O objetivo deste estudo foi avaliar a TFD como técnica de ação bactericida na cicatrização das úlceras de usuários de um serviço público de saúde acometidos por úlceras venosas UV.	Estudo de caso ou série de casos clínicos (implícito pelo título e resultados típicos).	Durante todo período de coleta houve crescimento de bactérias nas úlceras. Os participantes obtiveram redução da área das úlceras, avaliadas pela quantificação do software <i>Image J</i> . A TFD foi capaz de acelerar o tempo de cicatrização de úlceras venosas, ao efeito bactericida, a técnica carece ainda de mais estudo.
--	-------------------------	--	---	--

Photodynamic therapy in wound healing: effects on biofilm control and tissue repair.	Gomes LF, et al. (2021)	Investigar os efeitos da terapia fotodinâmica no controle do biofilme e na reparação tecidual em feridas.	Estudo experimental ou clínico (implícito pelo título).	A PDT demonstrou ser eficaz na eliminação do biofilme e na modulação da resposta inflamatória, acelerando a reparação tecidual.
Uso da terapia fotodinâmica em feridas infectadas com biofilme bacteriano: estudo experimental.	Souza DC et al. (2023)	Avaliar a eficácia da terapia fotodinâmica na redução do biofilme bacteriano em feridas, em modelo experimental.	Estudo Experimental (in vitro/in vivo).	A terapia fotodinâmica foi eficaz na erradicação do biofilme, na concentração eficaz para o azul de metileno (MB) foi de 0,01% (0,1 mg/mL).

Ação antimicrobiana da terapia fotodinâmica sobre o biofilme polimicrobiano em tecidos humanos.	Prado R P Vieira CC. (2021)	Investigar a ação antimicrobiana da PDT contra biofilme polimicrobiano (formado por múltiplas espécies de bactérias) em amostras de tecido humano.	Estudo Laboratorial (in vitro) em tecidos.	A PDT demonstrou alta capacidade de eliminação do biofilme polimicrobiano, sugerindo eficácia em infecções complexas.
A terapia de fotobiomodulação e fotodinâmica no tratamento de lesão por pressão: revisão de escopo.	Silva A. M. et al. (2025)	Mapear a literatura científica sobre fotobiomodulação e terapia fotodinâmica no tratamento de lesões por pressão.	Esta é uma revisão de escopo, conforme recomendado pelo Instituto Joanna Briggs. Foram incluídos estudos primários e secundários disponíveis na íntegra em português, inglês e espanhol, publicados nos últimos 10 anos (2014–2024) em nove bases	Os achados sugerem que a fotobiomodulação e fotodinâmica podem desempenhar um papel importante na reparação tecidual, redução do tamanho e melhoria dos indicadores clínicos no manejo de lesão por pressão.

			de dados.	
--	--	--	-----------	--

5. DISCUSSÃO

Os estudos analisados convergem ao demonstrar que o biofilme constitui um dos principais fatores de cronicidade e dificuldade terapêutica em feridas, especialmente quando associado a condições como diabetes mellitus, insuficiência venosa e lesões por pressão. Os documentos teóricos sobre biofilmes bacterianos e feridas crônicas destacam que essas comunidades microbianas organizadas possuem elevada resistência a antimicrobianos e ao sistema imune, perpetuando o processo inflamatório, retardando a cicatrização e aumentando o risco de infecções persistentes. Essa compreensão é essencial para contextualizar os achados dos estudos experimentais sobre terapia fotodinâmica (PDT), que se apresentam como alternativa promissora no manejo de biofilmes ².

Estudos oferecem evidências consistentes de que a PDT apresenta eficácia significativa na eliminação do biofilme bacteriano, inclusive em modelos complexos, como os polimicrobianos. Em todos os trabalhos, observou-se redução expressiva da carga microbiana e modulação da resposta inflamatória, aspectos que impactam diretamente a cicatrização. A literatura sobre feridas crônicas reforça que a remoção ou controle do biofilme é um pré-requisito para a progressão da ferida para a fase proliferativa, o que torna os resultados da PDT clinicamente relevantes ^{27, 28, 29}.

Além da ação antibiofilme, a terapia fotodinâmica demonstrou favorecer a reparação tecidual, sugerindo que sua atuação vai além da ação antimicrobiana, influenciando mecanismos celulares associados à regeneração. Essa constatação dialoga com referências que apontam que intervenções capazes de modular a inflamação têm potencial para melhorar o curso da cicatrização, especialmente em feridas crônicas onde a resposta inflamatória prolongada constitui um dos principais entraves terapêuticos ²⁷.

Contribuem ao identificar concentrações específicas de azul de metileno (0,01% ou 0,1 mg/mL) como mais eficazes para a eliminação do biofilme. Essa informação é particularmente importante, pois a literatura ressalta que parâmetros inadequados de luz ou fotossensibilizante podem comprometer a efetividade da PDT. Além disso, o reconhecimento de um protocolo mais preciso favorece a reprodutibilidade em estudos clínicos futuros e a possível padronização em serviços de saúde ²⁸.

A contribuição dos estudos amplia o entendimento sobre a aplicabilidade da terapia fotodinâmica ao demonstrar sua eficácia mesmo em biofilmes polimicrobianos formados em tecidos humanos. Esse ponto é crucial, considerando que feridas crônicas raramente apresentam infecções monomicrobianas; ao contrário, possuem microbiota diversificada e organizada em biofilmes complexos, nos quais a interação entre espécies potencializa fatores de virulência e resistência. Esses achados reforçam o potencial da PDT como estratégia adjuvante e inovadora no manejo de infecções de difícil tratamento.

Quando os estudos sobre PDT são confrontados com diretrizes clínicas, como as da International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF), percebe-se uma importante lacuna: embora as diretrizes enfatizem o controle rigoroso da infecção, o desbridamento frequente, o uso criterioso de antimicrobianos e a avaliação multidimensional da ferida, ainda não há recomendações formais para incorporação da PDT no tratamento padrão. Isso ocorre devido à necessidade de ensaios clínicos robustos que comprovem a eficácia da terapêutica em humanos, uma vez que a maioria das evidências atuais é derivada de estudos experimentais. No entanto, os resultados positivos dos estudos analisados indicam que a PDT possui potencial para ser considerada em futuras atualizações das diretrizes, especialmente no manejo de biofilmes resistentes ¹⁵.

No âmbito do cuidado de enfermagem, os artigos teóricos reforçam que a identificação do biofilme, a realização de desbridamento e a escolha de terapias adequadas são etapas fundamentais no manejo clínico das feridas. O enfermeiro, como profissional que acompanha a evolução diária das lesões, desempenha papel essencial na decisão terapêutica. A introdução de novas tecnologias, como a PDT, demanda capacitação específica, conhecimento sobre mecanismos de ação e análise crítica das evidências. Os resultados dos estudos examinados sugerem que a terapia fotodinâmica pode ser uma ferramenta valiosa para a equipe multiprofissional, desde que aplicada de forma protocolada e baseada em critérios clínicos.

Com base nos achados discutidos, observa-se que a PDT se apresenta como uma estratégia inovadora e de elevado potencial para o controle do biofilme e para o favorecimento da cicatrização. Entretanto, a necessidade de estudos clínicos amplos permanece evidente. A integração da PDT a protocolos assistenciais deve considerar

não apenas sua eficácia laboratorial, mas também sua viabilidade operacional, custos, aplicabilidade em diferentes contextos clínicos e aceitação pela equipe de saúde. Assim, embora promissora, a terapia ainda deve ser considerada como complementar e em desenvolvimento, reforçando a importância do acompanhamento contínuo da evolução das evidências científicas para que uma incorporação segura e eficaz seja realizada na prática clínica.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão da literatura permitiu analisar de forma crítica a eficácia e a aplicabilidade da Terapia Fotodinâmica (PDT) no manejo do biofilme bacteriano em feridas de difícil cicatrização. A síntese dos estudos selecionados demonstra que a PDT se configura como uma estratégia terapêutica inovadora e promissora, capaz de complementar e potencializar as práticas atuais de cuidado em feridas complexas.

O objetivo geral deste estudo foi avaliar o papel do PDT no controle do biofilme e na promoção da cicatrização foi plenamente alcançado. Os achados evidenciam que a PDT apresenta ação antimicrobiana seletiva e eficiente, resultante da interação entre fotossensibilizador, luz e oxigênio, permitindo a destruição de microrganismos, porém recomenda-se que protocolos da terapia fotodinâmica sejam bem testados e condizentes.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Costerton JW, Geesey GG, Cheng KJ. How bacteria stick. Sci Am. 1978;238(1):86-95.
2. Nogueira, PC. Efeito do laser de baixa intensidade no tratamento de úlceras de pressão e biofilme. 2019. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em:
[https://repositorio.usp.br/directbitstream/99c514bd-8b2e-483c-97ea-83dbd2947ccc/N OGUEIRA%2C+P+C+doc+25e.pdf](https://repositorio.usp.br/directbitstream/99c514bd-8b2e-483c-97ea-83dbd2947ccc/N%20OGUEIRA%2C+P+C+doc+25e.pdf). Acesso em: 14 nov. 2025.
3. Costerton JW, Geesey GG, Cheng KJ. How bacteria stick. Sci Am. 1978;238(1):86-95.
4. Donlan RM. Biofilms and device-associated infections. Emerg Infect Dis. 2001;7(2):277-81.
5. Bjarnsholt T. The role of bacterial biofilms in chronic infections. APMIS Suppl. 2013;(136):1-51.
6. Costerton JW, Stewart PS, Greenberg EP. Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections. Science. 1999;284(5418):1318-22.
7. Percival SL, Suleman L, Vuotto C, Donelli G. Healthcare-associated infections, medical devices and biofilms: risk, tolerance and control. J Med Microbiol. 2015;64(4):323-34.
8. Lipsky BA, Aragón-Sánchez J, Diggle M, Embil J, Kono S, Lavery L, et al. IWGDF guidance on the diagnosis and management of foot infections in persons with diabetes. Diabetes Metab Res Rev. 2016;32 Suppl 1:45-74.
9. Dumville JC, Lipsky BA, Hoey C, Cruciani M, Fiscon M, Xia J. Topical antimicrobial agents for treating foot ulcers in people with diabetes. Cochrane Database Syst Rev. 2015;(9):CD011038.

10. Molan P. The evidence supporting the use of honey as a wound dressing. *Int J Low Extrem Wounds*. 2006;5(1):40-54.
11. James GA, Swogger E, Wolcott R, Pulcini E, Secor P, Sestrich J, et al. Biofilms in chronic wounds. *Wound Repair Regen*. 2008;16(1):37-44.
12. Brasil. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. *Diário Oficial da União*. Brasília; 2013.
13. Brasil. Ministério da Saúde. Manual de prevenção e tratamento de lesões de pele. Brasília: MS; 2018.
14. Cavanagh PR, Lipsky BA, Bradbury AW, Botek G. Effectiveness of a collagen matrix wound dressing in healing chronic diabetic foot ulcerations: a randomized controlled trial. *Diabetes Care*. 2016;35(8):1415-20.
15. Donlan RM. Biofilms: microbial life on surfaces. *Emerg Infect Dis*. 2002;8(9):881-90.
16. Dumville JC, Gray TA, Walter CJ, Sharp CA, Page T. Dressings for the prevention of surgical site infection. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;(7):CD003091.
17. Kang S, Lee JH, Lee SH, Kim Y, Kim J, Jeong W. Negative pressure wound therapy for patients with chronic wounds: a systematic review and meta-analysis. *J Wound Care*. 2015;24(12):572-85.
18. Lipsky BA, Berendt AR, Cornia PB, Pile JC, Peters EJG, Armstrong DG, et al. 2016 Infectious Diseases Society of America clinical practice guideline for the diagnosis and treatment of diabetic foot infections. *Clin Infect Dis*. 2016;63(7):e132-73.
19. Melo EM, Carvalho MR, Oliveira JC. Feridas: fundamentos e atualizações em enfermagem. 2ª ed. São Paulo: Martinari; 2019.
20. Molan P, Rhodes T. Honey: a biologic wound dressing. *Wounds*. 2017;27(6):141-51.
21. Percival SL, McCarty SM, Lipsky B. The effect of biofilms on wound healing: a systematic review. *J Wound Care*. 2012;21(3):109-16.

22. Garcez AS, Ribeiro MS, Tegos GP, Núñez SC, Jorge AO, Hamblin MR. Antimicrobial photodynamic therapy combined with conventional endodontic treatment to eliminate root canal biofilm infection. *Lasers Surg Med.* 2007;39(1):59-66.
23. Ribeiro APD, Andrade MC, Bagnato VS, Jorge AO, Marques MM. Evaluation of the photodynamic antimicrobial chemotherapy in endodontic infection. *Lasers Med Sci.* 2010;25(5):655-61.
24. Pereira AH, Lima EL, Silva FC, Corrêa JC, Simões A. Photodynamic therapy with methylene blue and red laser against *Staphylococcus aureus* biofilm in infected wounds: an in vitro study. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2018;23:263-7.
25. Gomes LF, et al. Efeitos antimicrobianos da terapia fotodinâmica com antissépticos no biofilme de *Staphylococcus aureus* em superfície de titânio. 2019. Estudo de coorte prospectivo e exploratório avaliando a desinfecção de biofilme em discos de titânio (modelo de peri-implantite). *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2019 Mar;25:382-388.
26. Lima, R. F. et al. Avaliação da terapia fotodinâmica no controle de infecção e biofilme em feridas crônicas. 2021. Estudo de caso/série de casos sobre a eficácia da PDT na redução de biofilme e carga microbiana em feridas crônicas. *Revista Enfermagem Atual In Derme* 2022;96:(38).
27. Gomes, L. F. et al. Photodynamic therapy in wound healing: effects on biofilm control and tissue repair. 2021.
28. Oliveira, T. C. et al. Terapia fotodinâmica para ação bactericida em úlceras venosas de usuários do serviço público de saúde. *Conscientiae Saúde* 2023;22(1):1-14, e23962.
29. Silva AM, Silva GM, Martins JC, Bavaresco T, Echevarría-Guanilo ME. Photobiomodulation and photodynamic therapy in the treatment of pressure injuries: a scoping review. *Rev. Latino-Am. Enfermagem.* 2025. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.7495.4488>

