

O ENFERMEIRO COMO AGENTE DE AVANÇO NA INTEGRALIZAÇÃO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS PARA O TRATAMENTO DE FERIDAS

THE NURSE AS AGENT OF THE ADVANCEMENT IN THE INTEGRALIZATION OF TECHNOLOGICAL INNOVATIONS FOR THE WOUNDS TREATMENT

BORGES, Daniele Gandolffi Sanches Dos Santos¹

ADAMCZUK, Clodoaldo²

FERREIRA, Darley Aparecido Tavares³

RESUMO: Este artigo discute o papel do enfermeiro como agente de avanço na implementação de inovações tecnológicas no tratamento de feridas. Destaca-se a importância dos cuidados com feridas, que podem resultar de condições crônicas, traumas ou cirurgias, e enfatiza que o tratamento deve considerar não apenas a lesão, mas também as características biológicas, sociais e psicológicas do paciente. Assim, questiona-se como o enfermeiro pode ser visto como agente de avanço na integralização de inovações tecnológicas para o tratamento de feridas. Objetivou-se analisar o papel do enfermeiro na integralização de inovações tecnológicas para o tratamento de feridas, com destaque na importância da capacitação contínua e da adoção de uma abordagem proativa na implementação dessas tecnologias. O estudo foi realizado com base em pesquisa bibliográfica exploratória. Como resultados, tem-se a evolução das tecnologias, como a terapia a laser, oxigenoterapia hiperbárica e bioimpressão 3D, que têm mostrado eficácia na cicatrização e na redução de complicações. Nesse sentido, a atuação do enfermeiro é essencial para a aplicação dessas tecnologias, sendo responsável por avaliações precisas, planos de cuidados individualizados e educação dos pacientes. Portanto, conclui-se a necessidade de capacitação contínua dos profissionais para que possam integrar essas tecnologias em sua prática, contribuindo para a melhoria da qualidade do atendimento e dos resultados clínicos.

Palavras-chave: Cicatrização, Capacitação; Inovações Tecnológicas; Tratamento de feridas.

ABSTRACT: This article discusses the role of the nurse as an agent of advancement in the integralization of technological innovations related to wounds treatment. The importance of wounds care is highlighted, that can result from chronic conditions, trauma, or surgeries, and emphasizes that the treatment should consider not only the lesion but also the biological, social, and psychological characteristics of the patient. Therefore, it questions how the nurse can be seen as an advancement agent in the integration of technological innovations for wounds treatment? The was to analyze the role of nurse in the integration of technological innovations for wounds treatment, highlighting the importance of continuous training and adopting a proactive approach in the implementation of these technologies. The study was conducted based on exploratory bibliographic research. As a result, there has been the evolution of technologies such as laser therapy, hyperbaric oxygen therapy and 3D bioprinting, which has shown effectiveness in healing and reducing complications. In this sense, nurses's role is very crucial

¹ Estudante do curso Bacharelado em Enfermagem pela Faculdade de Direito de Alta Floresta (FADAF); Contato: danielegandolffi3@gmail.com

² Professor orientador Doutorando em Educação - Faculdade de Direito de Alta Floresta (FADAF); Contato: professorclodoaldo20@gmail.com

³ Professor da Faculdade de Direito de Alta Floresta (FADAF); Contato: darleytavarez@gmail.com

for the application of these technologies, being responsible for accurate clinical evaluations, individualized care plans and patient education. Therefore, it is concluded that continuous training of the professionals is necessary to integrate these technologies into their practice, contributing to the improvement of the patient care quality and clinical outcomes.

Keywords: Healing; Training; Technological Innovations; Wounds Treatment.

1 INTRODUÇÃO

Os cuidados da enfermagem com os pacientes devem ser baseados em evidências científicas, proporcionando informações atualizadas e confiáveis. Nesse aspecto, para o tratamento de feridas, é necessário que o profissional conheça os recursos tecnológicos disponíveis, capazes de auxiliar no cuidado ao paciente, principalmente para aqueles que possuem alguma lesão ou ferida, cujo tratamento precisa ser realizado de maneira ágil e competente, promovendo um menor tempo de hospitalização.

Nesse sentido, as feridas são definidas como qualquer lesão que cause interrupção na continuidade dos tecidos do corpo, afetando sua integridade, podendo ser internas ou externas. Podem acometer mucosas, pele, parcial ou integralmente, e até os tecidos mais profundos, como gordura, fáscia, músculos, articulações, cartilagens, tendões, ossos, órgãos cavitários ou qualquer outra estrutura do corpo (Campanharo *et al.*, 2017). O cuidado da ferida deve envolver as características biológicas, sociais e psicológicas do paciente e não somente a lesão cutânea (Ferreira *et al.*, 2023).

A ferida se desenvolve devido a agressões ao tecido vivo, por distúrbios clínicos ou fisiológicos e, quando se encontra lesionada, todos os acréscimos estruturais e funcionais podem estar afetados. Podem ser classificadas como agudas ou crônicas. As feridas agudas normalmente cicatrizam dentro de um tempo previsível, segundo os estágios do procedimento de cicatrização, como, por exemplo, as traumáticas e as cirúrgicas. Já as feridas crônicas são mais complicadas, não evoluem conforme as fases de cicatrização e, quase sempre, possuem um longo período para reparo. Normalmente, estão associadas a comorbidades, como as lesões diabéticas, úlceras vasculogênicas, feridas neoplásicas, dentre outras (Oliveira *et al.*, apud Marchesini; Ribeiro, 2020).

Nesse aspecto, tratar de feridas faz parte do cotidiano do enfermeiro. Assim sendo, a assistência em enfermagem é um conjunto de ações que visam atender às necessidades de saúde de uma pessoa, incluindo os cuidados com lesões de pele, que podem ser provenientes de doenças crônicas, padrão nutricional inadequado, doenças dermatológicas ou até mesmo

acidentes. Essas lesões podem variar desde úlceras por pressão até feridas cirúrgicas e traumáticas (Ferreira *et al.*, 2023).

Além da inserção de medidas preventivas e da segurança do paciente, com o desenvolvimento tecnológico, novos protocolos foram inseridos para a avaliação de tratamentos de feridas, contribuindo para a equipe de enfermagem e multiprofissional nesses cuidados. A eficácia no tratamento dessas feridas é essencial para evitar complicações, reduzir o tempo de cicatrização e melhorar a aparência, além de trazer mais conforto aos pacientes.

Com as tecnologias, os métodos revolucionam a abordagem tradicional de fazer curativos, oferecendo soluções mais precisas, como a terapia de pressão negativa, uso de curativos inteligentes e aplicação de laser, que têm se mostrado promissores na otimização de resultados clínicos. Entretanto, na prática, essa inserção também depende da atuação do enfermeiro, pois esses profissionais estão diariamente envolvidos no cuidado e tratamento dos pacientes, sendo os principais agentes na aplicação dessas tecnologias. Dessa maneira, com a ascensão dos avanços tecnológicos em relação aos produtos e métodos utilizados no tratamento de feridas, vai-se além de cicatrizar feridas, sendo necessário entender a causa e tratar as comorbidades presentes.

Assim, questiona-se: como o enfermeiro pode ser visto como agente de avanço na integralização de inovações tecnológicas para o tratamento de feridas? Este estudo teve por objetivo analisar o papel do enfermeiro na integralização de inovações tecnológicas para o tratamento de feridas, destacando a importância da capacitação contínua e da adoção de uma abordagem proativa na implementação dessas tecnologias.

2 METODOLOGIA

Para atingir os objetivos, a pesquisa foi exploratória. Esse método permite explorar o problema da situação, possibilitando a criação de hipóteses e uma compreensão mais ampla, além de proporcionar maior familiaridade com o problema (Gil, 2017). Desse modo, permite construir hipóteses e realizar um planejamento do tema discutido a fim de resolver uma problemática.

Para selecionar os artigos relevantes para a revisão bibliográfica, foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão. Os critérios de inclusão foram: artigos publicados nos últimos dez anos, escritos em português, que abordassem inovações tecnológicas no tratamento de feridas e o papel dos enfermeiros na adoção dessas tecnologias. Os critérios de exclusão

incluíram artigos que não abordavam diretamente o papel dos enfermeiros ou que se focavam exclusivamente em aspectos técnicos das tecnologias sem considerar a prática clínica.

As bases de dados pesquisadas foram PubMed, Scopus, Web of Science e Lilacs. As palavras-chave utilizadas na busca incluíram: tratamento de feridas, inovações tecnológicas, formação e implementação. A combinação dessas palavras-chave foi ajustada conforme necessário para refinar os resultados e garantir a relevância dos artigos selecionados.

A análise dos artigos seguiu uma abordagem qualitativa, sintetizando os principais achados de cada estudo. Primeiramente, os artigos foram lidos integralmente para compreender o contexto e os resultados apresentados. Em seguida, os achados foram categorizados de acordo com temas recorrentes, como tipos de inovações tecnológicas, barreiras e facilitadores para a adoção dessas tecnologias, e impactos na prática clínica e nos resultados dos pacientes.

3 HISTÓRIA DA ENFERMAGEM

A história da Enfermagem é longa e complexa, estendendo-se até os dias de hoje. Inicia-se antes de Cristo, quando os sacerdotes da época cuidavam dos enfermos (Padilha, 1998). A Enfermagem se institucionalizou no século XVI, na Europa, após a Revolução Industrial. Entretanto, foi no século XIX que a profissão ganhou notoriedade, através das figuras de Florence Nightingale e Ana Néri (Dias; Dias, 2019).

Florence Nightingale, uma enfermeira britânica, é considerada a "Mãe da Enfermagem" por seus trabalhos durante a Guerra da Crimeia, onde ajudou a melhorar as condições de higiene e cuidado nos hospitais. Em 1814, Ana Néri, nascida no Brasil, foi uma das primeiras enfermeiras do país, e sua contribuição para a Enfermagem no Brasil é fundamental (Dias; Dias, 2019).

No Brasil, apenas em 1947, a profissão de enfermeiro foi oficialmente reconhecida, formalizando a prática de cuidados de saúde (Padilha, 1998). A Enfermagem começou a se organizar com a abertura da primeira Casa de Misericórdia em 1553. Em 1890, foi fundada a Escola Profissional de Enfermeiras do Hospício de Alienados. Uma das pioneiras em estudos sobre a Enfermagem foi a Professora Glete de Alcântara, da Universidade de São Paulo (USP), que defendeu sua tese na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (USP). Após esse marco, outras pesquisas realizadas por enfermeiras foram publicadas sobre suas escolas e serviços de saúde (Correa *et al.*, 2017).

A fundação da Escola de Enfermagem Anna Nery, em 1923, e a criação da Classificação Internacional para a Prática da Enfermagem (CIPE), em 1983, são outros importantes marcos

na evolução da Enfermagem no Brasil (Correa *et al.*, 2017). Com o funcionamento do Conselho Federal de Educação, a pós-graduação no Brasil começou oficialmente em 1965, e, em 1968, foi instituída a Reforma Universitária, abrangendo a Enfermagem logo no início da década seguinte.

Em 17 de julho de 1971, foi criado o Centro de Estudos e Pesquisas em Enfermagem (CEPEN), pela Associação Brasileira de Enfermagem (ABEn), construindo uma base de teses e dissertações na área de Enfermagem. Ao longo do tempo, a ABEn constituiu-se como uma organização dos enfermeiros, promovendo o crescimento, desenvolvimento e reconhecimento da categoria, lutando pelos direitos da profissão (Rissi *et al.*, 2017).

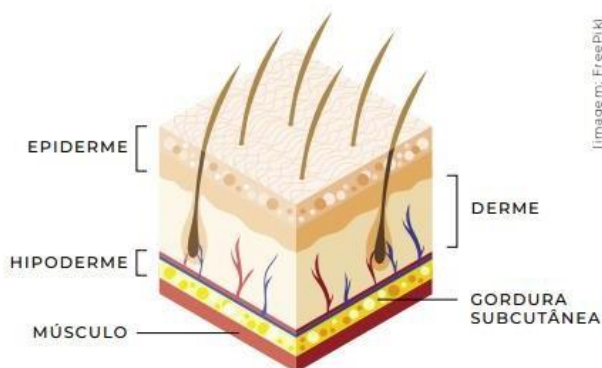
Atualmente, a Enfermagem é de extrema importância para o funcionamento das unidades de saúde. Com a criação de instituições reguladoras, como o Conselho Federal de Enfermagem (COFEN), e a aplicação de tecnologias e práticas específicas para diferentes áreas, como obstetrícia e cuidados mentais, a profissão tem se destacado na busca pelo reconhecimento dos direitos dos profissionais (Pires *et al.*, 2016).

Portanto, a história da Enfermagem é uma evolução que se estende desde os primórdios da civilização até os dias atuais, com contribuições importantes de figuras como Florence Nightingale e Ana Néri, e uma evolução contínua em resposta às necessidades sociais e médicas.

3.1 Anatomia e Fisiologia da Pele

O maior órgão humano é a pele, que em um adulto é revestida por aproximadamente 2 m², o que representa 15% do peso corporal, com cerca de 2 mm de espessura. A pele é formada por camadas que possuem características e funções diferentes: derme, epiderme e a hipoderme subcutânea, além de órgãos anexos, como folículos pilosos, glândulas sudoríparas, sebáceas e unhas (Brasil, 2021) (figura 1).

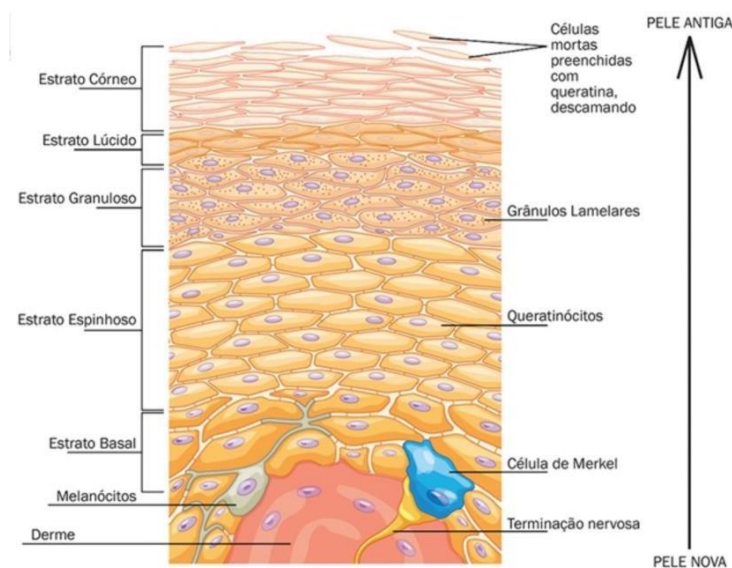
Figura 1: Diagrama das camadas da pele humana.



Fonte: Brasil (2021, p. 11).

O maior órgão humano é a pele, que em um adulto é revestida por aproximadamente 2 m², o que representa 15% do peso corporal, com cerca de 2 mm de espessura. A pele é formada por camadas que possuem características e funções diferentes: derme, epiderme e a hipoderme subcutânea, além de órgãos anexos, como folículos pilosos, glândulas sudoríparas, sebáceas e unhas (Brasil, 2021) (figura 1).

Figura 2 - Camadas da epiderme.



Fonte: Universidade Federal de Alfenas (2024).

Abaixo da epiderme, e firmemente conectada a esta pela camada basal, encontra-se a derme, formada por tecido conjuntivo que contém fibras proteicas, vasos sanguíneos, linfáticos, terminações nervosas, órgãos sensoriais e glândulas (Rabeh; Gonçalves, 2012). A derme é dividida em duas diferentes camadas, que podem ser assim classificadas:

Camada papilar: a mais superficial, composta por tecido conjuntivo areolar, com fibras colágenas dispostas de maneira irregular e frouxa. É assim denominada por conta das projeções para a epiderme em formato de dedos que apresentam terminações nervosas sensitivas e capilares venosos.

Camada reticular: a mais profunda e espessa, apresenta colágeno em maior densidade e com arranjo mais firme, bem como as fibras de elastina previamente citadas e fibras reticulares que se imbricam para formar uma trama (Sanches Pinto *et al.*, 2022, p. 43).

Por fim, a hipoderme, última camada da pele, é uma tela subcutânea que une a derme aos tecidos e órgãos subjacentes, sendo formada por células de gordura. Atua como reservatório energético, isolante térmico, proteção contra choques mecânicos, fixação dos órgãos e modela a superfície corporal. A quantidade de tecido adiposo pode variar de acordo com o sexo, a idade e a região do corpo (Rabeh; Gonçalves, 2012; Brasil, 2021).

As principais funções da pele são:

Proteção do organismo em relação ao meio externo (barreira mecânica contra abrasões/traumatismos, microrganismos, perda de líquido e substâncias nocivas), termorregulação através da trama vascular e de glândulas sudoríparas e viabilidade de interação do organismo com o meio externo por terminações nervosas responsáveis pela sensibilidade (tátil, temperatura, pressão, dor etc.). A pele é composta por duas camadas: epiderme e derme) (Sanches Pinto *et al.*, 2022, p. 40).

Portanto, a pele é o revestimento externo do corpo humano, de extrema importância tanto pela sua extensão quanto pelas suas funções. Ela separa o organismo do meio externo e, ao mesmo tempo, proporciona comunicação com ele. Dessa maneira, deve-se reconhecer que a pele é um órgão que requer cuidados durante todas as etapas da vida do ser humano..

3.2 Feridas e suas Classificações

Primeiramente, insta mencionar que feridas são lesões que interrompem a continuidade de um tecido corpóreo, podendo atingir várias profundidades e ser causadas por diferentes fatores. Elas podem ser classificadas quanto à profundidade em superficiais, quando atingem apenas as camadas mais superficiais da pele, ou profundas, quando alcançam níveis mais profundos. Quanto à complexidade, podem ser simples, com evolução benigna, ou complexas, acometendo múltiplos tipos de tecidos. As causas variam desde traumas e acidentes até doenças como alergias, psoríase e infecções (Campos, 2007). Desse modo, compreende-se que as feridas são lesões que interrompem a continuidade da pele, podendo atingir a epiderme, a derme, o tecido subcutâneo e a fáscia muscular, expondo estruturas profundas do organismo (Uniara, 2011). As feridas são classificadas de acordo com seus parâmetros, que auxiliam no diagnóstico, evolução e definição do tipo de tratamento (Quadros 1 a 3).

Quadro 1 - Classificação de feridas cirúrgicas.

Feridas Cirúrgicas	
Incisivas	Perda mínima de tecido, realizadas com instrumentos cirúrgicos, com finalidade terapêutica.

Excisivas	Remoção de áreas de pele, também realizadas com instrumentos cirúrgicos, com finalidade terapêutica.
------------------	--

Fonte: Adaptado de Brasil (2021, p. 15).

Quadro 2 - Classificação de feridas traumáticas.

Feridas Traumáticas	
Mecânicas	Motivadas por prego, espinho ou pancadas.
Físicas	Motivadas por temperatura, pressão ou eletricidade.
Químicas	Motivadas por ácidos ou soda cáustica.
Biológicas	Motivadas por contato com animais ou penetração de parasitos.

Fonte: Adaptado de Brasil (2021, p. 15).

Quadro 3 - Classificação de feridas ulcerativas.

Feridas Ulcerativas	
Estágio I	Pele avermelhada, não rompida, mácula eritematosa bem delimitada, atingindo epiderme.
Estágio II	Pequenas erosões na epiderme ou ulcerações na derme.
Estágio III	Afeta derme e tecido subcutâneo.
Estágio IV	Perda total da pele atingindo músculos, tendões e exposição óssea.

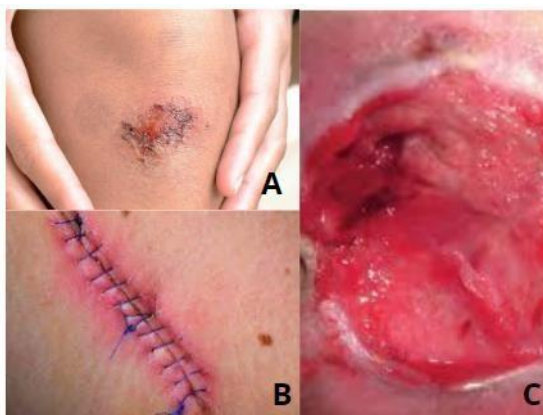
Fonte: Adaptado de Brasil (2021, p. 15).

Ante o exposto, verifica-se que as feridas traumáticas são as lesões mais superficiais e dolorosas, pois afetam a derme, a região mais sensível da pele. As feridas ulcerativas são lesões que podem atingir profundidades variáveis, desde a pele até o músculo. As lesões cirúrgicas, por sua vez, são causadas intencionalmente por instrumentos cirúrgicos, com finalidade terapêutica, sendo geralmente fechadas com suturas, agafos ou cola cirúrgica. Independentemente da etiologia, as lesões teciduais podem ser únicas ou múltiplas, apresentar tamanhos e localizações diferentes, acometendo, frequentemente, a porção distal dos membros inferiores.

Os impactos provocados pelas feridas na população são diversos, tais como: incômodo, incapacidade, sofrimento, perda da autoestima, isolamento social, gastos financeiros, afastamento do trabalho e alterações psicossociais para o paciente e os familiares (Oliveira *et al.*, apud Marchesini; Ribeiro, 2020).

A figura 3 mostra alguns exemplos de feridas traumática, cirúrgica e ulcerativa.

Figura 3 - A: Traumática. B Cirúrgica. C: Ulcerativa.



Fonte: Proctologia (2024). Videira (2018).

Observa-se que as feridas traumáticas são provocadas acidentalmente, enquanto as feridas cirúrgicas são causadas intencionalmente, como no uso de bisturi. A imagem mostra pontos da ferida, e as feridas ulcerativas são escavadas na pele, como ilustrado na figura acima. O desbridamento é a remoção de tecido necrótico da ferida, sendo fundamental para prevenir infecções e promover a cura. Existem dois métodos principais: instrumental, que pode ser conservador ou cirúrgico, e mecânico, que envolve curativos úmidos a secos (Brasil, 2021).

A avaliação de feridas é essencial para determinar a etiologia da lesão, localização, tamanho, estágio e bordas da ferida. O tratamento deve considerar todos os aspectos clínicos do paciente, incluindo a causa subjacente da lesão, e envolver técnicas de limpeza, remoção de tecidos necróticos, identificação e tratamento de infecções, preenchimento do espaço morto, gerenciamento de exsudato e manutenção de um ambiente úmido no leito da ferida (Brasil, 2021).

O tratamento deve ser individualizado, levando em conta fatores como a etiologia, comorbidades e características da ferida. Atualmente, existem diversos tratamentos disponíveis, como curativos, oxigenoterapia hiperbárica (câmara terapêutica pressurizada onde os pacientes ficam expostos ao gás oxigênio 100% puro) e terapia a laser (Brasil, 2012). A prevenção de feridas é de suma importância para evitar complicações, garantir o processo de cicatrização e manter o ambiente saudável ao redor da lesão (Zucolotto, 2023)

3.3 Cicatrização de Feridas

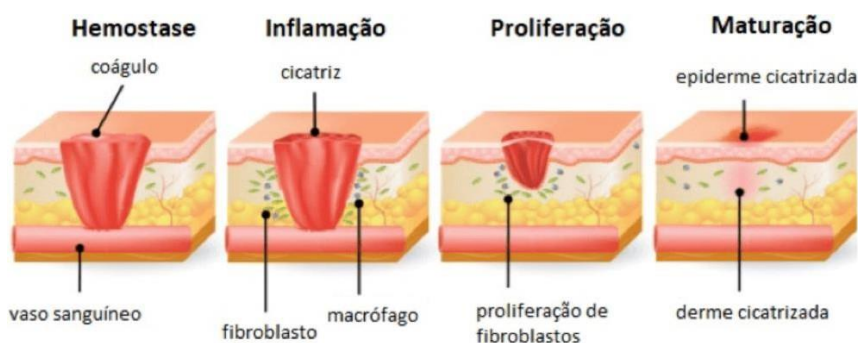
Manter a integridade da pele pode ser um desafio, mas é vital para a saúde em geral. Entretanto, quando ocorrem feridas, o processo de cicatrização varia conforme a complexidade das lesões, sendo dividido em quatro fases: inflamatória, proliferativa, maturação e epitelização:

Fase	Duração	Descrição
Inflamatória	Inicia-se imediatamente após a lesão e dura cerca de 48 a 96 horas.	Nessa fase, ocorre a hemostasia, que é a interrupção do sangramento após o dano vascular. As plaquetas formam uma rede de fibrina para parar o sangramento, e os neutrófilos atuam como a primeira linha de defesa contra bactérias. Os monócitos se transformam em macrófagos ativados, que contribuem na angiogênese, fibroplasia e síntese de matriz extracelular. A ferida apresenta sinais clínicos de inflamação, como calor, edema e dor.
Proliferativa	Ocorre entre o segundo e o décimo sexto dia após a lesão.	Durante essa fase, ocorre a granulação, que estabelece a matriz para a formação de novo tecido conjuntivo e vasculatura. Os fibroblastos sintetizam colágeno e proteínas da matriz extracelular. A ferida começa a fechar e preencher com tecido novo.
Remodelarização ou Maturação	Começa após o décimo sexto dia e pode durar anos após a lesão.	Nessa fase, ocorre a remodelação do tecido, aumentando a resistência à tração da ferida. O colágeno é reorganizado e a cicatriz se torna mais estável. A vascularização diminui, e a ferida se torna menos visível.
Epitelização	Inicia-se após a fase proliferativa.	Durante essa fase, o epitélio da pele se regenera, cobrindo a ferida. A ferida fecha completamente e a cicatriz se forma. A maturação continua, mas a ferida está funcionalmente fechada.

Fonte: Adaptado de Zucolotto (2023); Brasil (2021).

A figura 4 ilustra o processo de cicatrização de feridas, nas fases de hemóstase, inflamação, proliferação e maturação.

Figura 4 - Fases de cicatrização de feridas.



Fonte: Instituto Brasileiro de Enfermagem (2024).

Portanto, o processo de cicatrização depende da ferida, de sua localização, de como ocorreu e do nível de severidade. A ferida passa por processos que podem resultar em cicatrização ou morte celular, levando à necrose e perda de tecido. Sendo assim, é importante que o paciente siga as orientações recebidas para garantir uma cicatrização adequada e minimizar complicações.

3.4 Enfermeiro no Cuidado das Feridas

O papel do enfermeiro no cuidado das feridas garante a qualidade e a eficácia do tratamento. Os enfermeiros realizam avaliações precisas das feridas, identificando o tipo,

estágio e características específicas de cada lesão. Desenvolvem e implementam planos de cuidados individualizados, considerando as necessidades únicas de cada paciente e promovendo a cicatrização adequada. Realizam curativos e procedimentos específicos, seguindo protocolos e diretrizes estabelecidos para o tratamento de feridas. Além disso, educam os pacientes e seus familiares sobre os cuidados necessários com as feridas, incluindo a prevenção de complicações e a promoção do autocuidado. Colaboram com outros profissionais de saúde, como médicos e fisioterapeutas, para garantir uma abordagem multidisciplinar e integrada no tratamento das feridas (Silva *et al.*, 2021).

Os enfermeiros utilizam uma abordagem holística, baseada em evidências, mantendo-se atualizados sobre os mais recentes avanços nas tecnologias de tratamento de feridas, para garantir cuidados de enfermagem eficazes e de qualidade. A integração dessas tecnologias não só melhora a qualidade dos cuidados de enfermagem, mas também contribui para a eficácia e eficiência global do tratamento de feridas, enfatizando a importância dos enfermeiros como intervenientes-chave na implementação de inovações tecnológicas nos cuidados de saúde (Figueira *et al.*, 2021).

Entretanto, algumas barreiras podem interferir no processo de trabalho dos enfermeiros, como a resistência à mudança, pois alguns profissionais de enfermagem podem apresentar resistência à adoção de novas tecnologias devido a hábitos estabelecidos ou falta de familiaridade com as inovações. Além disso, a ausência de treinamento adequado e capacitação dos enfermeiros para utilizar as novas tecnologias pode dificultar sua implementação eficaz. Os altos custos associados a algumas tecnologias, como curativos eletrônicos, também podem ser uma barreira para sua adoção generalizada (Silva *et al.*, 2021).

Para superar essas barreiras, o profissional precisa continuamente se capacitar devido às mudanças que ocorrem na área da saúde, desde novas doenças, tratamentos e descobertas científicas. O mercado de trabalho exige cada vez mais conhecimento e técnicas dos profissionais. A educação contínua proporciona autoconfiança, melhoria na qualidade dos serviços oferecidos, autonomia, otimização de recursos, construção de conhecimento pessoal e abertura de novas oportunidades no mercado de trabalho.

3.5 Tecnologias no Tratamento de Feridas

A evolução das tecnologias no tratamento de feridas tem sido notável, refletindo avanços significativos desde os métodos rudimentares utilizados na antiguidade até as inovações modernas, que melhoram a cicatrização e a qualidade de vida dos pacientes. Historicamente, o cuidado com feridas remonta à pré-história, quando se utilizavam extratos de plantas e outros

recursos naturais. Os egípcios foram pioneiros ao perceber que feridas cobertas cicatrizavam mais rapidamente, introduzindo o uso de tiras de pano. Hipócrates, no século III a.C., recomendava a limpeza das feridas com vinho e a manutenção de um ambiente seco para promover a cicatrização (Moura, 2021).

Nesse aspecto, diversas tecnologias têm contribuído para o tratamento de feridas, como o uso de curativos, como o Exufiber Ag+, que bloqueia bactérias nocivas e equilibra as condições do exsudato, promovendo um ambiente propício à cicatrização (Moura, 2010). “Quando o Exufiber entra em contato com o exsudato da ferida, ele se transforma em um gel. O gel ajuda a manter um ambiente úmido na cicatrização de feridas e permanece uma peça íntegra para que possa ser removido facilmente” (Vita e Saúde, 2024).

Figura 5 - Exufiber Ag+.



Fonte: Vita e Saúde (2024).

O uso de ozonoterapia, plasma rico em plaquetas e terapia a laser de baixa intensidade são exemplos de inovações que têm mostrado eficácia no tratamento de feridas, especialmente em pacientes com condições crônicas, como o pé diabético (Santos *et al.*, 2024). Novos materiais, como hidrogel e cremes barreira, têm sido desenvolvidos para oferecer proteção e promover a cicatrização, adaptando-se às necessidades específicas de cada tipo de ferida (Andrade *et al.*, 2019). Outra tecnologia utilizada é a Terapia a Laser de Baixa Intensidade (TLBI):

Baseia-se na interação da luz com os tecidos do corpo humano. O laser de baixa intensidade ou LED-diodo de emissão de luz, estimula ao nível mitocondrial os processos fotofísicos, fotoquímicos e fotobiológicos aumentando o metabolismo celular, gerando a cicatrização, aliviando dores e drenando inflamações (Sanches Pinto *et al.*, 2022, p. 95).

Os estudos sobre a laserterapia em lesões começaram em 1960. Em 1983, o físico Theodore Maiman realizou os primeiros experimentos em ratos com feridas, e os resultados foram positivos quanto à efetividade esperada. Nesse prisma, a laserterapia vem passando por

mais testes e sendo incorporada como instrumento terapêutico no tratamento de feridas em pessoas. Assim, é utilizada no tratamento e recuperação de lesões de pele, ajustando-se sua potência de acordo com a necessidade do paciente (Andrade; Clark; Ferreira, 2014).

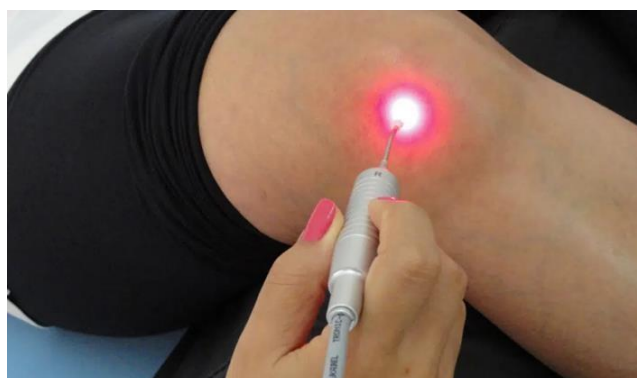
Corroborando:

A laserterapia é uma alternativa terapêutica para regeneração de tecidos danificados que oferece benefícios por atuar como fotobiomodulador, proporcionando efeitos antibacterianos, anti-inflamatórios, anti-edema e analgésicos, promovendo mecanismos de resposta celular e atuando em três etapas do processo de cicatrização. A figura 6 mostra o uso da laserterapia (Santos; Nascimento; Lopes, p. 9, 2023).

A luz irradiada do laser é absorvida pela ferida cutânea indesejada, proporcionando o aquecimento dessa lesão, sua danificação e eliminação, sem afetar o tecido ao redor da ferida e sem comprometer os tecidos saudáveis. Dessa maneira, o efeito funcional dos lasers está relacionado à fototermólise seletiva (Pereira *et al.*, 2018).

A figura 6 mostra o uso da laserterapia.

Figura 6 - Laserterapia.



Fonte: Borges, 2020.

Para que o enfermeiro possa iniciar o tratamento de feridas com laserterapia, é necessária a especialização ou curso reconhecido pelo MEC, pois esse tratamento exige conhecimento sobre física, interação do laser, dosimetria e biofotônica, sendo privativo da profissão. O enfermeiro tem a possibilidade de atender seus pacientes em unidades hospitalares ou em home care (Schmidt; Pereira, 2016). Outra tecnologia a mencionar é a oxigenoterapia hiperbárica. De acordo com o Ministério da Saúde:

A oxigenoterapia hiperbárica (OHB) é um procedimento médico, não-experimental, que se caracteriza pela inalação de oxigênio puro em ambiente com pressão maior que a atmosférica (2,5 a 2,8 atmosferas). O procedimento é realizado em câmaras hiperbáricas que podem abrigar um (câmaras monopaciente) ou vários pacientes por sessão (multipaciente). Essas câmaras são equipamentos estanques (impermeáveis à passagem de gases) e de paredes rígidas, resistentes a uma pressão interna maior que 1,4 atmosferas. O meio gasoso no interior da câmara fica isolado do ambiente externo

e, por meio de um sistema de pressurização, pode ser modificado em termos de sua composição, temperatura, umidade e pressão (Brasil, 2018, p. 12).

Diante disso, essa terapia permite que o paciente respire oxigênio puro sob pressão. Conforme o Dr. Mario Rodrigues (2024), ela é indicada nas seguintes situações clínicas que envolvem doenças de origem isquêmica, infecciosa, traumática ou inflamatória. A figura 7 representa um paciente realizando oxigenoterapia hiperbárica. Desse modo, a OHB consiste em uma modalidade segura, apresentando poucas contraindicações.

Os efeitos colaterais da OHB estão relacionados à variação da pressão e/ou toxicidade do oxigênio. A toxicidade do oxigênio está relacionada à dose oferecida e ao tempo de exposição ao tratamento hiperbárico. As toxicidades pulmonares (inexistentes com doses clínicas de OHB) e neurológicas são as mais importantes. Os efeitos colaterais da OHB incluem:

Figura 7 - Oxigenoterapia hiperbárica.



Fonte: Rodrigues (2024).

Outra importante tecnologia utilizada no tratamento de feridas é a bioimpressão 3D, que envolve a fabricação de próteses, dispositivos assistivos e modelos de órgãos. Há uma recorrente falta de tecidos e órgãos em bancos de tecidos humanos. Assim, um dos principais propósitos das aplicações biomédicas, a longo prazo, é a bioimpressão de órgãos funcionais, visando à utilização em transplantes (Dababneh; Ozbolat, 2014).

De acordo com a Profª Dr. Daniela Sartori:

O processo de criação do produto envolve a bioimpressão 3D, que foi feita com o apoio de uma empresa especializada e permite a confecção precisa [do curativo] de acordo com a área de aplicação e a correta distribuição das células mesenquimais pelo hidrogel, o que as mantém viáveis durante o processo de impressão e de utilização (Jornal Usp, 2023).

Ante o exposto, os biocurativos 3D são capazes de perceber os sinais emitidos pelas lesões, pois, ao conter células vivas, permitem responder às necessidades do tecido, atuando nas diferentes fases da cicatrização da pele (figuras 8-9). Apesar do avanço exponencial das pesquisas em bioimpressão a cada ano, ainda há desafios no desenvolvimento de estruturas que

possuam funcionalidades, formas e tamanhos complexos (Zandrini *et al.*, 2022). Por isso, é fundamental avaliar as técnicas adequadas para a bioimpressão.

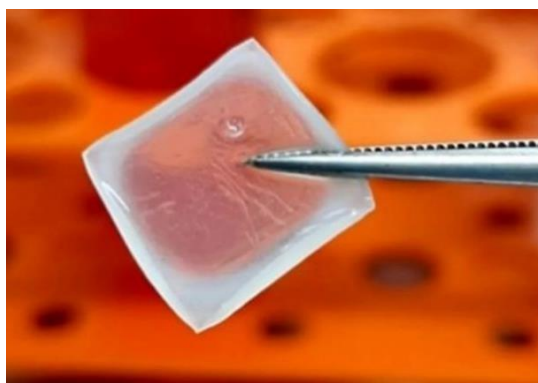
As principais abordagens de bioimpressão atualmente incluem jato de tinta, extrusão, estereolitografia e impressão assistida por laser. Cada uma dessas técnicas possui características e limitações específicas, que devem ser consideradas de acordo com as propriedades desejadas para a estrutura final impressa (Dababneh; Ozbolat, 2014).

Figura 8 - Produto obtido por impressão 3D de acordo com a área a ser tratada



Fonte: Jornal USP (2023).

Figura 9 - Biocurativo 3D



Fonte: Jornal USP (2023).

Nesse sentido, essas tecnologias e inovações não apenas aceleram o processo de cicatrização, mas também evitam complicações, reduzem os custos de tratamento, os riscos de infecção e o tempo de internação, melhorando os resultados no tratamento de feridas. Além disso, fornecem suporte e recursos para a capacitação dos profissionais de enfermagem. Desde seus aspectos preventivos até os terapêuticos, a discussão sobre o tratamento de feridas tem crescido e ganhado atenção. Não existe um curativo perfeito para todos os tipos de ferida, por isso as práticas complementares e integrativas, bem como as terapias adjuvantes, estão se tornando cada vez mais baseadas em evidências.

Essas práticas têm sido uma das modalidades de tratamento mais procuradas pela Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) e pelo SUS. A ozonioterapia, que vem sendo cada vez mais pesquisada, tem como objetivo auxiliar no tratamento de doenças crônicas extensas (Girondi *et al.*, 2021). Compreende-se a ozonioterapia em:

A ozonioterapia é uma terapia alternativa baseada no resultado da transformação de oxigênio (O₂) medicinal em ozônio (O₃), apresentando um odor característico, perceptível, possuindo boa eficiência e viabilidade econômica (Haddad, 2006): É um potente oxidante, melhora a oxigenação sanguínea, promove o aumento da flexibilidade dos eritrócitos, facilitando a sua passagem pelos vasos capilares. Garante um melhor suprimento de oxigênio tecidual, reduzindo a adesão plaquetária, atuando como analgésico e anti-inflamatório estimulando o crescimento do tecido de granulação e, em contato com fluidos orgânicos, promovendo a formação de

moléculas reativas de oxigênio, as quais influenciam eventos bioquímicos do metabolismo celular, que proporcionam benefícios à reparação tecidual, facilitando o crescimento do tecido epitelial, inibindo crescimento bacteriano, além de promover o efeito antimicrobiano e fungicida (Traina, 2008 *apud* Marchesini; Ribeiro, 2020, p. 282).

Ante o exposto, compreende-se que o ozônio atua no equilíbrio entre os sistemas oxidantes e antioxidantes dos organismos. O oxigênio é imprescindível nos processos fisiológicos, pois, quando presente de forma moderada, os radicais livres provocam estresse oxidativo nas células e, conseqüentemente, aumentam importantes mediadores dos efeitos terapêuticos da aplicação de ozônio. Por outro lado, tanto altas quanto baixas concentrações de ozônio em soluções para o tratamento tópico de feridas podem ser prejudiciais. Já as concentrações medianas são apropriadas e benéficas para o fechamento da lesão (Mota *et al.*, 2020).

Dessa maneira, no processo de reparação tecidual, a ozonioterapia oferece excelentes resultados com menor custo e pode ser administrada de forma tópica (através de bags), local ou sistêmica, variando conforme a necessidade do tratamento da lesão. A ozonioterapia é aplicada como uma alternativa eficiente e de baixo custo, auxiliando no tratamento de feridas de difícil cicatrização, principalmente em pacientes diabéticos e na desinfecção de feridas contaminadas (Marchesini; Ribeiro, 2020).

A ação do ozônio se baseia nas reações e interações do O₃ dissolvido na água corporal com moléculas inorgânicas e orgânicas, gerando diversos radicais livres. Insta ressaltar que o ozônio possui uma ação dupla, pois atua tanto como analgésico quanto como anti-inflamatório. Ele reduz a produção de mediadores inflamatórios prejudiciais ao processo de cicatrização, oxida metabólitos relacionados à dor e melhora a microcirculação sanguínea no local da inflamação. Além disso, aumenta a oferta de oxigênio aos tecidos (Mota *et al.*, 2020).

Portanto, o impacto das tecnologias na qualidade do atendimento ao paciente é amplamente positivo, com melhorias significativas na eficiência, no acesso e na experiência do paciente. No entanto, é fundamental que o setor de saúde continue a investir em tecnologia e capacitação para maximizar os benefícios dessas inovações.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os enfermeiros atuam diretamente no cuidado ao paciente, realizando a avaliação, o manejo e a educação do paciente para que se obtenham resultados mais eficazes em suas feridas, que podem ser causadas por condições crônicas, traumas ou cirurgias. O tratamento da lesão

requer um cuidado mais holístico, pois o enfermeiro deve considerar os fatores sociais, biológicos e emocionais daquele paciente, não se limitando a ver a ferida como um caso isolado.

Cabe ao enfermeiro avaliar qual a melhor conduta para o tratamento da ferida, além das técnicas tradicionais. O uso de inovações tecnológicas tem se mostrado bastante eficiente, pois reduz o tempo de cicatrização e atua na redução de complicações.

O enfermeiro é responsável pela avaliação e deve elaborar um plano de cuidado individualizado para o paciente, desempenhando um papel fundamental na aplicação dessas novas tecnologias. Nesse sentido, destaca-se também a importância de se ter profissionais qualificados, o que ainda representa uma grande dificuldade para que os enfermeiros possam estar aptos a integrar essas inovações tecnológicas em sua prática. A educação continuada também é essencial, tornando-se indispensável a necessidade de capacitação para que os profissionais possam se adaptar às inovações tecnológicas e aprimorar os resultados clínicos.

Portanto, no âmbito da saúde, as inovações tecnológicas têm sido introduzidas diariamente, proporcionando aos profissionais e ao sistema de informação, novos meios que contribuem para o cuidado dos pacientes. A área de tratamento de feridas considera as mudanças tecnológicas, como a introdução e validação de novos métodos de tratamento. Exemplos dessas tecnologias incluem a terapia a laser, a oxigenoterapia hiperbárica e a bioimpressão 3D, que estão trazendo melhores resultados na cicatrização de feridas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE L.L. *et al.* Caracterização e tratamento de úlceras do pé diabético em um ambulatório. **Revista Fun Care Online**, v. 11, n.1, p.124-8, 2019.

ANDRADE, F. do S. da S. D.; CLARK, R. M. de O.; FERREIRA, M. L. Efeitos da laserterapia de baixa potência na cicatrização de feridas cutâneas. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 41, p. 129-133, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Relatório de recomendação**. n. 292, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/conitec/pt-br/midias/oxigenoterapia_hiperbarica.pdf. Acesso em: 21 set. 2024.

BRASIL. Secretaria de Saúde de São José do Rio Preto; Faculdade de Medicina São José do Rio Preto. **Protocolos de Enfermagem: Prevenção e Tratamento de Feridas**. 3. ed. São José do Rio Preto: Secretaria de Saúde, 2012.

CAMPANHARO, C. R. V. *et al.* **Guia de bolso para assistência de enfermagem em emergência**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2017.

CORREA, C. S. R. *et al.* História da enfermagem no Brasil: mantendo acesa a chama de um ideal. **Revista CONSCIESI**, v. 02, n. 02, p. 166-184, 2017.

DABABNEH, A. B.; OZBOLAT, I. T. Tecnologia de bioimpressão: uma revisão atual do estado da arte. **Revista de Ciência e Engenharia de Manufatura, Transações da ASME**, v. 136, n. 6, 2014. Disponível em: <https://pure.psu.edu/en/publications/bioprinting-technology-a-current-state-of-the-art-review>. Acesso em: 15 out. 2024.

DIAS, L. P.; DIAS, M.P. Florence Nightingale e a História da Enfermagem. **História em Enfermagem Revista eletrônica**, v.10, n.2, p. 47-63, 2019. Disponível em: <https://here.abennacional.org.br/here/v10/n2/a4.pdf>. Acesso em: 15 out. 2024.

FERREIRA, M. C. M. *et al.* **Inovações tecnológicas no cuidado em feridas e curativos**. Capítulo 2. 2023. Disponível em: <https://www.periodicojs.com.br/index.php/easn/article/download/1494/1300/4547>. Acesso em: 15 out. 2024.

FIGUEIRA, T. N.; BACKES, M. T. S.; KNIHS, N. S.; MALISKA, I. C. A.; AMANTE, L. N.; BELLAGUARDA, M. L. R. Products and technologies for treating patients with evidence-based pressure ulcers. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 74, n. 5, p. e20180686, 2021.

CAMPOS, A. A. G [org.]. Secretaria Municipal de Saúde. Vigilância em Saúde. **Protocolo de cuidados de feridas**. Florianópolis: IOESC, 2007. 70 p. Disponível em: https://www.saudedireta.com.br/docsupload/134049915626_10_2009_10.46.46.f3edcb3b301c541c121c7786c676685d.pdf. Acesso em: 15 out. 2024.

GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARGOTTO, Bruno Henrique Marques *et al.* Estudo de métodos de minimização para um problema black box. **XXI Encontro Nacional de Modelagem Computacional e IX Encontro de Ciência e Tecnologia de Materiais**, 2018.

JORNAL USP. **Biocurativo acelera a recuperação de lesões cutâneas em diabéticos**. In: Daniela Carlos Sartori. 2023. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/biocurativo-acelera-a-recuperacao-de-lesoes-cutaneas-em-diabeticos/>. Acesso em: 09 set. 2024.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Técnicas de Pesquisa**. 9ª ed. São Paulo: Atlas, 2021.

MARCHESINI, B. F.; RIBEIRO, S. B. Efeito da ozonioterapia na cicatrização de feridas. **Fisioterapia Brasil**, v. 21, n. 3, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33233/fb.v21i3.2931>
MOURA, M. R. L. **A Evolução do Tratamento de Feridas**. 2021. Disponível em: <https://jupiterdistribuidora.com.br/a-evolucao-do-tratamento-de-feridas/>. Acesso em: 15 out. 2024.

MOTA, M. R. *et al.* Influência da ozonioterapia na cicatrização de úlceras do pé diabético. **BrazilianJournal of Developmen**, Curitiba, v. 6, n. 8 , p.58274-58286, aug. 2020. DOI:10.34117/bjdv6n8-294

PADILHA, M. I. C. S. A história da enfermagem uma experiência criativa de ensinar. **Escola Anna Nery Revista de Enfermagem**, v. 2, n. 3, p. 339-344, 1998.

PEREIRA, K.A.O.P; *et al.* Laserterapia: revisão da literatura. **Revista Saúde em Foco**, ed. 10, 2018.

PIRES, D. E. P. *et al.* **Enfermagem: desafios em um contexto complexo**. Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://www.corensc.gov.br/wp-content/uploads/2016/08/TEXTO-NORTEADOR_.pdf>. Acesso em: 21 set. 2024.

RABEH; S. A. N.; GONÇALVES, M. B. B. **Avaliação de feridas crônicas de assistência em enfermagem**. Material Complementar: Anatomia e fisiologia, p. 1-5, 2012. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2124718/mod_folder/content/0/1.%20Anatomia%20e%20Fisiologia%20da%20Pele.pdf?forcedownload=1. Acesso em: 15 out. 2024.

RISI L, K. F. *et al.* Teses e dissertações sobre história da enfermagem brasileira produzidas entre 1979 e 2013. **Revista Baiana em Enfermagem**, v. 3, n.4, 2017.

RODRIGUES, M. T. W. **Oxigenoterapia hiperbárica**. Clinox, 2024. Disponível em: <https://clinox.com.br/oxigenoterapia-hiperbarica/#:~:text=%C3%89%20um%20m%C3%A...> Acesso em: 21 set. 2024.

SANCHES PINTO, D. C. *et al.* **Tratado Latino-Americano de Feridas**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2022.

SANTOS, M. A. M. *et al.* Tecnologias e inovações em estomaterapia aplicadas ao tratamento de feridas no pé diabético: revisão integrativa. **Revista de Enfermagem Atual In Derme**, v. 98, n. 2, 2024.

SANTOS, A. B. R.; NASCIMENTO, A. K. B.; LOPES, G. S. Utilização da laserterapia no tratamento de pacientes com neuropatia diabética. **Revista Contemporânea**, v. 3, n. 12, P. 27337-27355, 2023.

SÃO PAULO, Prefeitura do Município de. Secretaria Municipal de Saúde. **Manual de Padronização de Curativos**. 2021. Disponível em: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/04/1152129/manual_protocoloferidasmarco2021_digital_.pdf. Acesso em: 15 out. 2024.

SCHMIDT, M. H.; PEREIRA, A. D. Laserterapia: a utilização da tecnologia na intervenção em enfermagem. **Disciplinarum Scientia Saúde**, v. 17, n. 3, p. 499-506, 2016.

SILVA, P.C. *et al.* A atuação do enfermeiro no tratamento de feridas. **Brazilian Journal of Health Review**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 4815–4822, 2021.

UNIARA. **Guia de Feridas**. Araraquara, 2011. Disponível em: <https://www.uniara.com.br/arquivos/file/cursos/graduacao/farmacia/guias-de-medicamentos/guia-feridas.pdf>. Acesso em: 21 set.2024.

VITA E SAÚDE. **Curativo Molnlycke Exufiber AG+ Fibra Gelificante Antimicrobiana**. 2024. Disponível em: <https://www.vitaesaude.com.br/curativo-molnlycke-exufiber-ag-fibra-gelificante-antimicrobiana>. Acesso em: 29 set. 2024.

ZANDRINI, T. *et al.* Breaking the resolution limits of 3D bioprinting: future opportunities and present challenges. **Trends in Biotechnology**, 2022.

ZUCOLOTTI; Thiago Elias. Cicatrização de feridas: uma revisão sob o escopo cirúrgico. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 31210-31220, 2023.