Revista Eletrônica
Acervo Saúde
Electronic Journal Collection Health ISSN 2178-2091

Efetividade de curativos inteligentes associados a biomateriais no tratamento de úlceras de pé diabético

Effectiveness of smart dressings associated with biomaterials in the treatment of diabetic foot ulcers

Eficacia de los apósitos inteligentes combinados con biomateriales em el tratamiento de las úlceras del pie diabético

Luana Dorneli Martins[1], Cladis Loren Kiefer Moraes[1,2].

RESUMO

Objetivo: Analisar as evidências disponíveis sobre a efetividade de curativos inteligentes associados a biomateriais no tratamento de úlceras de pé diabético, em comparação aos curativos convencionais. **Métodos:** Trata-se de uma revisão integrativa, utilizando a metodologia PICO como pergunta norteadora e as diretrizes PRISMA para elencar os estudos nessa revisão, foram selecionados 7 artigos. **Resultados:** Os biomateriais e curativos inteligentes apresentam resultados promissores no tratamento de úlcera de pé diabético. Curativos bioativos, matrizes dérmicas, biomateriais inteligentes, hidrogéis com fator de crescimento epidérmico (EGF) e gel de quitosana demonstraram maior eficácia na cicatrização, redução da área de lesão e controle de biofilmes. Entretando, o hidrogel com *Triticum vulgare* apresentou benefícios limitados com melhora apenas nos sinais inflamatórios. Apesar dos resultados positivos, algumas tecnologias ainda necessitam de estudos clínicos mais robustos para confirmar a efetividade. **Considerações finais:** As evidências apontam que, esses recursos vêm aprimorando o tratamento das feridas de úlcera de pé diabético (UPD). No entanto, ainda existem lacunas a serem exploradas por estudos mais robustos, além de desafios relacionados ao custo e estratégias para implementação na prática clínica da enfermagem.

Palavras-chave: Técnicas biossensoriais, Curativos biológicos, Pé diabético, Cicatrização de feridas, Eficácia.

ABSTRACT

Objective: To analyze the available evidence on the effectiveness of smart dressings, combined with biomaterials in the treatments of diabetic foot ulcers, compared to conventional dressings. **Method:** This is an integrative review, using the PICO methodology as a guiding question and the PRISMA guidelines to select the studies in this review; 7 articles were selected. **Results:** Biomaterials and smart dressings show promising results in the treatment of diabetic foot ulcers. Bioactive dressings, dermal matrices, smart biomaterials, hydrogels containing epidermal growth factor (EGF), and chitosan gel have demonstrated greater efficacy in wound cicatrization, reduction of lesion area, and biofilm control. However, *Triticum vulgare* hydrogel showed limited benefits, with improvements observed only in inflammatory signs. Despite these positive results, some technologies still require more robust clinical studies to confirm their effectiveness. **Final Considerations:** The

[1] Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), Florianópolis – SC.
[2] Secretaria Estadual de Saúde de Santa Catarina. Florianópolis – SC.

SUBMETIDO EM: 6/2026 | **ACEITO EM: 8/2026** | **PUBLICADO EM: 9/2026**

evidence suggests that these resources are improving the treatment of diabetic foot ulcers. However, there are still gaps to be explored by more robust studies, as well as challenges related to cost and strategies for implementation in clinical nursing practices.

Keywords: Biosensing techniques, Biological dressings, Diabetic foot, Wound healing, Efficacy.

RESUMEN

Objetivo: Analizar la evidencia disponible sobre la eficacia de los apósitos inteligentes combinados con biomateriales en el tratamiento de las úlceras del pie diabético, en comparación con los apósitos convencionales. **Método:** Se trata de una revisión integradora, utilizando la metodología PICO como pregunta guía y las directrices PRISMA para seleccionar los estudios; se seleccionaron 7 artículos. **Resultados:** Los biomateriales y los apósitos inteligentes muestran resultados prometedores en el tratamiento de las úlceras del pie diabético. Los apósitos bioactivos, las matrices dérmicas, los biomateriales inteligentes, los hidrogeles con factor de crecimiento epidérmico (ECF) y el gel de quitosano han demostrado una mayor eficacia en la cicatrización de heridas, la reducción del área de la lesión y el control del biofilm. Sin embargo, el hidrogel de *Triticum vulgare* mostró beneficios limitados, observándose mejoras únicamente en los signos inflamatorios. A pesar de estos resultados positivos, algunas tecnologías aún requieren estudios clínicos más sólidos para confirmar su eficacia. **Consideraciones finales:** La evidencia sugiere que estos recursos están mejorando el tratamiento de las úlceras de pie diabético. Sin embargo, aún existen brechas que deben explorarse mediante estudios más sólidos, así como desafíos relacionados con el costo y las estrategias para su implementación en la práctica clínica de enfermeira clínica.

Palabras clave: Técnicas biosensibles, Apósitos biológicos, Pie diabético, Cicatrización de heridas, Eficacia.

INTRODUÇÃO

As feridas compreendem uma descontinuidade da pele ou tecido subjacente, comprometendo a integridade da pele, tecido subcutâneo, músculo, tendões ou até mesmo o osso. Decorre em sua maioria de traumas, doenças crônicas, cirurgias, doenças vasculares, processos infecciosos ou por área de pressão por vezes prolongada (EUROPEAN WOUND ASSOCIATION, 2024).

As características das lesões se configuram em um processo de inflamação, proliferação e remodelação sem complicações e aquela remete uma ferida que não cicatriza em até 90 dias, normalmente é a fase inflamatória que se estende mantendo a lesão aberta, isso é multifatorial, por isso importa-se e muito anamnese detalhada do paciente. (SANGALETI CT e FARIAS CW, 2025).

Em âmbito mundial, um membro inferior é amputado a cada 20 a 30 segundos, sendo que as úlceras de pé diabéticos (UPD) lideram 85 a 95% dos casos (DÖRR S, et al.,2021). Essa condição atinge de 15 a 25% das pessoas diagnosticada com diabetes mellitus (DM) e são lesões complexas com complicações devastadoras (DÖRR S, et al.,2021). No Brasil, a incidência de DM é aproximadamente 3,5%, acarretando custo em cuidados com a saúde e consequências da doença, estima-se ser 2,4 vezes a mais gerado pela população. (DIAS RJS e CARNEIRO AP, 2000).

Em pacientes com histórico de diabetes, o funcionamento do organismo fica desregulado devido uma perda progressiva de produção de insulina ou o corpo se torna resistente mesmo havendo produção, gerando hipóxia, estresse oxidativo com altos níveis de glicose no sangue causando deficiência na vascularização, nervos e até alguns órgãos, como exemplo a neuropatia diabética que acomete muitas amputações de membros inferiores (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2026).

As consequências da DM atingem o paciente tanto física quanto emocionalmente, diminuindo dessa forma sua qualidade de vida. Devido a isso, a capacitação do profissional de enfermagem é essencial por envolver a interpretação de dados, decisão clínica, acolhimento humanizado e holístico (SANTOS FAAS, et al., 2025).

Os tratamentos convencionais utilizados para UPD, incluem os cuidados gerais com a ferida, incluindo limpeza, técnicas limpas, farmacoterapia, intervenções cirúrgicas, hidrocoloides, aspiração com pressão negativa, bandagens e fisioterapia isso ocorre em decorrência do ambiente inflamatório cíclico nos pacientes com UPD, principalmente por facilitar a invasão microbiana, acúmulo de espécies reativas em oxigênio (EROs) e caso de hipóxia crônica, exigem curativos inteligentes e que agem no ambiente biológico da ferida. (ZHAO X, et al., 2025).

Diante da complexidade do tratamento de UPD, ocorrem em uma área com suprimento sanguíneo deficiente, juntamente com a eficácia limitada dos curativos convencionais, probabilidade de complicação, baixa eficácia e liberação não controlada medicamentosa, cria-se uma lacuna terapêutica. (SILVA J d., et al., 2023).

O cuidado com as feridas, tem evoluído tecnologicamente com a abordagem multiprofissional e avaliação contínua, sendo o enfermeiro responsável pelo papel central para um cuidado integrado e efetivo pois, atuará na avaliação da ferida verificando exsudato, evolução dos tecidos, características das bordas, presença de infecção, escolha do curativo correto de acordo com o que a ferida necessita naquele momento, trocas e manejos de tecnologias e monitoramento da evolução (SANTOS FAAS, et al., 2025).

A escolha correta do curativo, faz parte de um processo sendo crucial para atingir o objetivo final que é a cicatrização na qual, os biomateriais têm demonstrado potencial terapêutico por sua habilidade de elevar a migração de queratinócitos, angiogênese, diminuição das cicatrizes tanto em feridas agudas quanto crônicas e formação de colágeno (ZHANG J, et al., 2025).

Estão incluídos dentro dos biomateriais, os hidrogéis, membranas biológicas, matrizes com fatores de crescimento, tanto para úlcera quanto feridas crônicas em que os polímeros naturais e sintéticos são utilizados como material de suporte para preparar os biomateriais inteligentes que cicatrizam e possibilitam a base para reepitelização (HUANG C, et al., 2023).

Introduz-se a resposta adaptativa na cicatrização de feridas de úlceras diabéticas com o curativo inteligente, ele abarca as principais categorias, responsivos à temperatura, sensíveis ao pH, sensíveis a pressão, responsivos à umidade, de liberação controlada de medicamentos, eletroativos, integrados a biossensores e integrados de forma (LIU Y e GE L, 2025).

As UPD surgem e se mantêm através de uma combinação completa de fatores sistêmico e locais, um ambiente de hiperglicemia, hipóxia e disfunção metabólica comprometendo a resposta imune, reduzindo a atividade dos neutrófilos e macrófagos resultando em umas infecções persistentes e inflamações prolongadas, criando um microambiente hostil e prejudicando uma boa cicatrização (HUANG C, et al., 2023).

Os curativos são desenvolvidos para ajudar na recuperação da ferida, proporcionando um ambiente úmido, absorvendo o exsudato, prevenindo infecção e recuperação dos tecidos. Podemos listar que entre os tradicionais utiliza-se gaze, algodão, espuma, filmes, bandagens, entre outros, porém não auxiliam em manter a umidade, controle do pH, não respondem ativamente ao ambiente da ferida e são ligadas a lesões secundárias pela aderência ao leito da ferida e recorrência das trocas. Diante disso, intensifica-se a busca por alternativas mais inovadoras como biomateriais, hidrogéis, curativos bioativos e sistemas inteligentes de

liberação controlada de agentes terapêuticos, que visam potencializar o processo de cicatrização melhorando o desfecho clínico (HUANG C, et al., 2023).

Os polímeros naturais como quitosana e alginato, evidenciam-se pela elevada biocompatibilidade, biodegradabilidade e menor toxicidade, favorece a interação do tecido e regeneração celular, entretanto apresenta menos controle preciso das propriedades além de menor estabilidade mecânica (HUANG C, et al., 2023). Por outro lado, os polímeros sintéticos como hidrogéis baseado em polietilenoglicol (PEG) ou eletrônicos inteligentes, ofertam melhor controle estrutural, mais resistência e maior capacidade de resposta a estímulos, liberando com mais precisão os fármacos, contudo possuem necessidade cíclica de otimização e maior custo (HUANG C, et al., 2023). Entre eles se destaca os hidrogéis, por manterem o ambiente úmido que promove a cicatrização e proporcionam a liberação gradual e controlada dos agentes terapêuticos, os

nanomateriais contribuem com propriedades anti-inflamatórias, antimicrobianas e regenerativas. Já os curativos bioativos e inteligentes monitoram a ferida continuamente liberando substâncias de forma responsiva a sua necessidade, individualizando o tratamento (HUANG C, et al., 2023; HE X, et al., 2025).

A terapia utilizando biomaterial com plasma rico em plaquetas (PRP), tem sido utilizada com eficácia no tratamento para feridas, observa-se que além de estimularem os fatores de crescimento proporcionando regeneração celular, substituição de tecido danificado, revascularização por propriedades pró-angiogênicas, possuem propriedades antimicrobianas (VLADULESCU D, et al., 2023).

A utilização de tópicos com biocelulose é um tratamento de alta tecnologia, porém ainda pouco estudada, obtida através da síntese biológica de *Gluconacetobacter xylinus* e da bactéria *Acetobacter*, o resultado é a preservação da umidade, substituição da pele até o final do processo e fornece propriedades específicas, criando um ambiente ideal para cicatrização, adequada reparação tecidual e rápida cicatrização (NETTO LE e JACON JC, 2022).

Os curativos são tecnologias, como por exemplo sensores, que interagem com o ambiente da ferida, detectando as alterações pH, umidade, infecção ou temperatura e age ativamente liberando ou até ajustando as propriedades para promover a cicatrização. Incorpora-se em formato de sensores, realizando o monitoramento da ferida, liberação controlada, no qual age com dispensação da medicação conforme necessidade, materiais responsivos em formato bluetooth enviando os dados para o acompanhamento remoto. (SILVA J d., et al., 2023).

Os curativos inteligentes, otimizam a cicatrização ao combinar com hidrogéis associados a diferentes polímeros formam estruturas que imitam a pele e protegem agentes ativos. Sendo assim, esses sistemas liberam controladamente os fármacos e monitoramento da ferida, de forma que favoreça a regeneração celular, angiogênese e ação antimicrobiana (MAFALDO CF, et al., 2025). Foram desenvolvidos os curativos à base de gel que, monitoram autonomamente a ferida e com base nos resultados os pacientes ou até mesmo enfermeiros ou médicos podem operar smartphones para liberar medicamentos sob demanda (HE X, et al., 2025).

Sistemas inovadores de dupla camada “testar e tratar”, onde a camada interna é composta por indicadores de pH, enzimas e medicações e camada externa são materiais mecanoluminescentes e fotocatalisadores, no qual dependendo do resultado da detecção colorimétrica, os fármacos sensíveis ao pH fazem a erradicação química das bactérias resistentes à insulina (DS) e infecções bacterianas resistentes à insulina (DR) são tratadas por terapia fotodinâmica ativada por mecanoluminescência (HE X, et al., 2025).

Além disso, terapias teranósticas em sistema fechado para feridas diabéticas conectados por dispositivos vestíveis e hidrogéis multifuncionais, viabilizando o monitoramento em tempo real quando os limites de glicose excedem o limite então o aplicativo envia comandos de ativação provocando infusão de insulina através de iontoforese, dessa forma reduzindo os níveis de glicose, promovendo a cicatrização (GONG X, et al., 2024).

Por meio de uma revisão integrativa, este estudo tem como objetivo analisar as evidências sobre a efetividade dos curativos inteligentes associados aos biomateriais para tratamento de UPD, considerando os impactos no processo de cicatrização e no controle do microambiente da ferida.

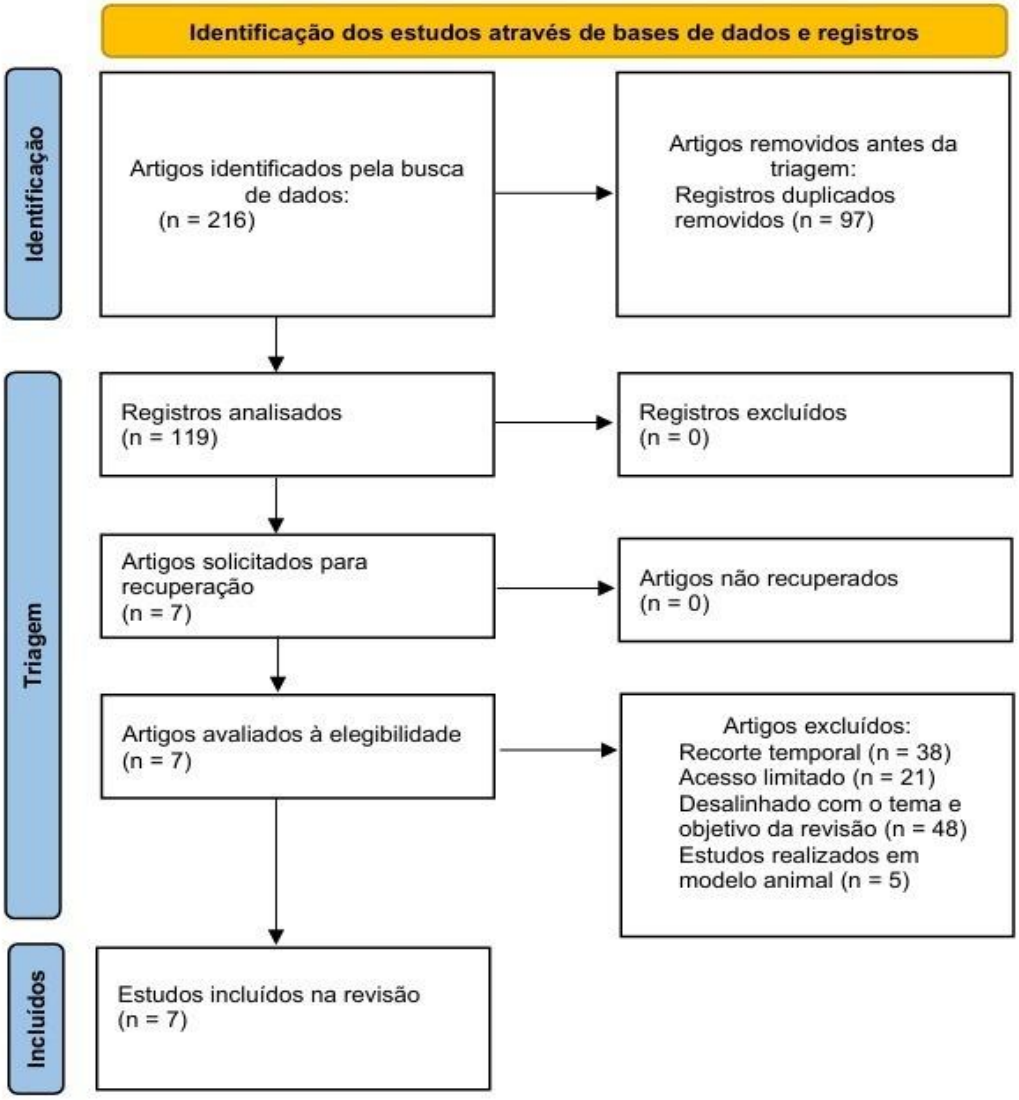
MÉTODOS

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, que envolve um compilado e síntese sistemática do conhecimento científico disponível sobre o tema específico, no qual proporcionará uma visão abrangente do problema em análise. Seguindo as fases de criação de uma produção de qualidade: identificação do tema recorrente e formulação da questão norteadora, estabelecendo dos critérios de inclusão e exclusão dos estudos, definição das informações a serem extraídas, categorização dos estudos, avaliação dos estudos incluídos, análise e interpretação de resultados e apresentação da revisão (MENDES KDS, et al., 2008; SOARES CB, et al., 2014). A formulação da questão de pesquisa utilizou o método PICO, nesse sentido P (população) composta por pacientes com úlcera de pé diabético, I (intervenção) corresponde ao uso de curativos inteligentes associados a biomateriais, C (comparação) a comparação em relação aos métodos

tradicionais e O (desfecho) considerou a efetividade das intervenções, avaliada pelo tempo de cicatrização, redução de lesão e controle de infecção. A questão norteadora da pesquisa "Quais evidências científicas demonstram a efetividade da utilização de curativos inteligentes associados a biomateriais em comparação a terapias convencionais, no processo de cicatrização de úlceras de pé diabético?". (COSTA CMS d., et al., 2007; CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM, 2016).

A busca dos artigos foi realizada em março de 2026, utilizou-se os periódicos disponíveis nas bases de dados PubMed e Scielo, selecionados pela atualização regular e confiabilidade das fontes. Foram estabelecidos critérios de inclusão com o objetivo de criar confiabilidade dos resultados, rigor científico e relevância, foram selecionados estudos publicados nos últimos cinco anos, disponíveis na integra, utilizando os descritores pé diabético, curativos biológicos, técnicas biossensoriais, eficácia e cicatrização de feridas nos idiomas inglês, português e espanhol. Consideram-se apenas pesquisas com o tema abordado especificamente sobre UPD e que utilizassem como estudo os curativos inteligentes e/ou biomateriais aplicados no processo de cicatrização. Foram desconsiderados estudos que utilizavam modelo em animais, trabalhos duplicados, revisões integrativas, relato de caso, não consideravam tratamento em UPD e por fim que não avaliaram desfecho clínico relacionado à efetividade da intervenção. O processo de revisão e adequação da pesquisa seguiu as diretrizes do método (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) PRISMA, conforme ilustrado na **Figura 1**.

Figura 1 - fluxograma do processo de seleção de artigos (adaptado PRISMA).



Fonte: Martins LD e Moraes CLK, 2026.

RESULTADOS

Os sete estudos incluídos foram ensaios randomizados que, avaliaram diferentes tecnologias para úlceras de pé diabético. Frente as intervenções analisadas, abarcam hidrogéis bioativos, matriz dérmica bilaminar, pomada bioativa, gel de quitosana, biomaterial eletrofiado com fibrinogênio e curativos antimicrobianos. Os principais desfechos observados são cicatrização completa, diminuição da área de lesão, controle de biofilme bacteriano, melhora dos sinais inflamatórios e fechamento progressivo da ferida. Contudo, os estudos apontaram resultados promissores, embora com diferenças quanto ao tipo de biomaterial, comparados utilizado, tempo de seguimento e magnitude dos efeitos observados.

Quadro 1 - Caracterização dos estudos incluídos quanto ao desenho, intervenção, comparador, desfecho e resultados.

Autor/Ano	Desenho	Material	Comparador	Desfecho	Resultados
Della Pepa et al., 2023	Ensaio Clínico Randomizado Controlado (RCT)	Hidrogel com Triticum vulgare + polihexanida	Gaze salina	Cicatrização completa e sinais locais.	Sem diferença em cicatrização, mas melhora significativa dos sinais inflamatórios
Salahi et al., 2024	RCT duplo-cego	Pomada bioativa	Placebo e cuidado padrão	Cicatrização completa e redução do tamanho da úlcera	56% vs 12% cicatrização
Armstrong et al., 2022	RCT multicêntrico	Matriz dérmica bilaminar	Cuidado padrão	Cicatrização completa	Melhores desfechos clínicos
Pessanha, FS et al., 2023.	RCT	Hidrogel com EGF	Hidrogel simples	Biofilme bacteriano e colonização	Redução de carga microbiano e biofilme.
Slivnik M et al., 2024	RCT placebo-controlado	Gel de quitosana	Placebo	Redução da área e fechamento da ferida	Progressão da cicatrização e redução.
Wang, G et al., 2024.	RCT	Eletrofiado + fibrinogênio (biomaterial inteligente)	Curativo alginato	Cicatrização e área da úlcera	Melhora clínica significativa e controle
Srisawat, S et al., 2025	RCT	Curativos bioativos antimicrobianos	Curativos passivos	Cicatrização	Bioativos superiores em cicatrização

Fonte: Martins LD e Moraes CLK, 2026.

Hidrogéis bioativos

O estudo sobre hidrogéis bioativos, como o de fator de crescimento epidérmico (EGF) e o associado a *Triticum vulgare*, resultou em benefícios mais específicos. Por outro lado, o EGF observou-se à uma redução de biofilme bacteriano e colonização microbiana, por fim o hidrogel com *T. vulgare* mostrou-se mais efetivo na redução dos sinais inflamatórios, embora sem diferença significativa ao tratar da cicatrização completa (DELLA PEPA G, et al., 2023; PESSANHA FS, et al., 2023). Outros estudos, ainda em processo de mais rigor metodológico utilizou plasma rico em plaqueta PRP apresentando redução significativamente no tempo cicatricial e elevou a taxa de fechamento da ferida (ZHANG J, et al., 2025).

Curativos antimicrobianos

Há comparativos onde foi possível avaliar a colonização e formação do biofilme de bactérias em feridas crônicas de paciente diabéticos, que foram submetidos a tratamento com curativo bioativo feito por hidrogel de carboximetilcelulose (CMC) 2% adicionado EGF. Os resultados apontaram que o EGF-CMC não progrediu a taxa bacteriana e nem a carga microbiana em comparação com o hidrogel de CMC. As feridas crônicas tratadas com EGF-CMC foram colonizadas por cepas de *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa* e apresentaram menor capacidade de formação de biofilme do que comparadas com as feridas tratadas com hidrogel de CMC (SRISAWAT S, et al., 2025).

Matriz dérmica bilaminar

Os resultados apontaram que o tratamento com matriz bilaminar, que é um tecido regenerativo, apresentou taxa elevada de cicatrização completa em relação ao tratamento padrão do grupo controle, além disso, apontou uma aceleração no fechamento da ferida. Logo, esse biomaterial funciona como um andaime biológico inteligente que, além de ofertar proteção estimula o corpo a reconstruir o tecido de maneira mais eficiente. (ARMSTRONG DG, et al., 2022). Apesar de ser um único estudo, é multicêntrico e ao contrapor com o cuidado padrão, apresentou benefício clínico consistente, destacado a robustez metodológica dessa evidência.

Curativos eletrofiados

A utilização do curativo eletrofiado com poli(L-lactídeo-co-caprolactona) (PLCL) associado ao fibrinogênio suíno formulado, mostrou um desempenho superior em comparação aos tradicionais, detalhando melhorias significativas na qualidade dos resultados, outro aspecto importante, seria o potencial de aplicabilidade prática, apontando que a solução pode ser incorporada em contextos reais da área. Além disso, os achados reforçam a confiabilidade da técnica por revelar consistência em diferentes cenários (WANG G, et al., 2024). Todavia, apesar dos resultados promissores, os autores reforçam a necessidade de estudos adicionais para validar a eficácia da abordagem em maior escala, haja vista que, os resultados podem variar conforme as condições externas e internas do paciente. (WANG G, et al., 2024).

Biopolímeros

Os biopolímeros bioativos, como o gel de quitosana destacou-se por demonstrar uma redução da área da lesão e progressão consistente do processo de cicatrização em relação ao grupo placebo. Sobre a extensão da ferida, houve um resultado de 92% de diminuição da ferida em relação ao outro grupo com 37% (SLIVNIK M, et al., 2024). O tempo de cicatrização completa em pacientes tratados, reduziu para 50% em aproximadamente seis semanas e 75% em torno de oito semanas. Além disso, obteve-se melhora na qualidade das feridas evidenciado sobre as condições clínicas, avanço na cicatrização e presença de tecido de granulação (SLIVNIK M, et al., 2024). Da mesma forma, a pomada bioativa Dermaheal, realizado em um ensaio duplo-cego, apresentou uma diferença expressiva na taxa de cicatrização completa resultando em 56% no grupo que ocorreu a intervenção e 12% no grupo controle, reforçando ainda mais o potencial terapêutico desse composto. Entretanto, a cicatrização completa não ocorreu em todos os casos, mostrando a complexidade das UPD, todavia, sobre a segurança do tratamento foi bem tolerado e não houve relatos relevantes de efeitos adversos associados ao uso da pomada (SALAHI P, et al., 2024).

DISCUSSÃO

Recentemente foi incorporado ao SUS, o transplante de membrana amniótica (MA) para tratamento de pacientes com feridas crônicas e do pé diabético. Esse tipo de biomaterial já é utilizado em tratamento de queimaduras extensas desde 2025 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2026). O transplante de membrana amniótica (MA), é realizado durante o parto e utiliza-se na medicina regenerativa, trazendo ação anti-inflamatória e cicatrizante, dessa forma reduz as complicações de diversas doenças, em casos de UPD a tecnologia proporcionará a cicatrização até duas vezes mais rápida em relação aos convencionais. Isso ocorre porque a MA, tecido que reveste o feto durante a gestação é rica em fatores de crescimento, responsáveis em promover a proliferação de celular, controlam infecções e ajudam a regular a resposta do sistema imunológico,

propriedades diretamente ligadas à biocompatibilidade e capacidade dos materiais de atuar como suporte estrutural e bioativo (GALIANO RD, et al., 2023).

Foi identificado um resultado de tempo de cicatrização menor de 32 dias em relação as UPD tratadas com curativos convencionais, além disso, em ensaios clínicos randomizados, identificou melhores desfechos clínicos e uma redução na incidência de complicações e intervenções adicionais ao cuidado convencional (CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA, 2021). Por outro lado, segundo o conselho de medicina do brasil ainda é considerado como baixo grau de certeza científica devido ao alto risco de vieses, isso acarreta a oportunidade de mais estudos futuros para aumentar no impacto da estimativo dos efeitos. A utilização da MA em pacientes com UPD, aumentou em 45% a cicatrização completa número necessário para tratar (NNT: 2) e a quantidade de paciente com 50% de diminuição da UPD em 24% (NNT: 4), verificou-se a redução do risco de eventos adversos em 8% (NNT: 12), pode-se concluir globalmente que esse curativo é uma opção terapêutica em pacientes com UPD. (CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA, 2021).

A fisiopatologia dessas feridas apresenta um ciclo complexo de inflamação crônica, hipóxia, reiteradas infecções e falha na angiogênese, diante disso a associação dos biomateriais fornece suporte estrutural e bioquímico e os curativos inteligentes permitem monitoramento contínuo e intervenção pontual e localizada. Contudo, mesmo com resultados favoráveis observou-se algumas limitações nos estudos, como variação nos protocolos de tratamento, necessidade de pesquisas com alto rigor metodológico em terapias promissoras, amostras relativamente pequenas e nem todos os ensaios mantêm acompanhamento de longo prazo.

Outro ponto relevante é aplicação clínica em contexto de saúde pública, no qual o custo e acesso de tecnologias são desafiadores. Sendo assim, a inserção dessas inovações na prática da enfermagem solicita evidências de eficácia, viabilidade econômica e capacitação profissional. Apesar disso, considerando os ensaios clínicos randomizados, o nível de evidências encontrado sugere efetividade gerando segurança para afirmar essas associações tecnológicas e de biomateriais, que estão em fase de transição para aplicação clínica mais ampla.

CONCLUSÃO

Um dos desafios mais complexos da enfermagem na área de feridas é realizar o manejo adequado dessas lesões, adaptando as terapias de forma a promover um processo cicatricial eficiente, reduzir a ocorrência de infecções e tratar do paciente integralmente. Essa revisão destaca o potencial dos curativos inteligentes associados a biomateriais em comparação aos curativos tradicionais, os resultados promissores provenientes de ensaios clínicos randomizados podem contribuir com as tendências atuais da literatura evidenciando a importância dessas descobertas para otimizar o tempo de cicatrização e os resultados, contribuindo para a restituição da saúde integral dos pacientes. Os obstáculos elencados nessa revisão abrangem fatores como custo das tecnologias, a heterogeneidade metodológica entre os estudos, o número reduzido de amostras e a escassez de ensaios de alta qualidade com seguimento prolongado que permitam validar os resultados de forma consistente.

REFERÊNCIAS

1. ARMSTRONG DG, et al. Use of a purified reconstituted bilayer matrix in the management of chronic diabetic foot ulcers improves patient outcomes vs standard of care: Results of a prospective randomised controlled multi-centre clinical trial. Int Wound J., 2022; 19(5): 1197-1209.
2. CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM. Manual de revisão bibliográfica sistematizada integrativa. Brasília, DF; 2016.
3. CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA (CFM). Parecer nº 12/2021. Brasília: CFM; 2021.
4. COSTA CMS, et al. A estratégia PICO para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. Rev Latino-Am Enfermagem, 2007; 15: 508-511.
5. DELLA PEPA G, et al. Triticum vulgare Extract and Polyhexanide versus Saline Gauze Dressing in Patients with Diabetic Foot Ulcers: Results of a Randomized Controlled Trial. J Clin Med., 2023; 12(10): 3596.

6. DIAS RJS, CARNEIRO AP. Neuropatia diabética: fisiopatologia, clínica e eletroneuromiografia. Acta Fisiátrica, 2000; 7(1): 35-44.
7. DÖRR S, et al. Diversidade bacteriana e resposta inflamatória na primeira consulta em indivíduos jovens e idosos com infecção do pé diabético. Acta Diabetol., 2021; 58: 181-189.
8. EUROPEAN WOUND MANAGEMENT ASSOCIATION. Introducing the "Living with Skin Frailty & Skin Tears" Project. Frederiksberg; 2026.
9. GALIANO RD, et al. A Prospective Multicenter Study of a Weekly Application Regimen of Viable Human Amnion Membrane Allograft in the Management of Nonhealing Diabetic Foot Ulcers. Plast Reconstr Surg Glob Open, 2023; 11(10): e5291.
10. GONG X, et al. Polymer hydrogel-based multifunctional theranostics for managing diabetic wounds. Adv Funct Mater., 2024; 34(26): 2315564.
11. HE X, et al. Hydrogel-Based Treatment of Diabetic Wounds: From Smart Responsive to Smart Monitoring. Gels, 2025; 11(8): 647.
12. HUANG C, et al. Construction of Smart Biomaterials for Promoting Diabetic Wound Healing. Molecules, 2023; 28(3): 1110.
13. LIU Y, GE L. Smart Biomaterials in Wound Healing: Advances, Challenges, and Future Directions in Intelligent Dressing Design. Bioengineering (Basel), 2025; 12(11): 1178.
14. MAFALDO CF, et al. Fibras eletrofiadas como curativos inteligentes para o tratamento de feridas: revisão sistemática. Disciplinarum Scientia: Ciências Naturais e Tecnológicas, 2025; 25(3): 131-144.
15. MENDES KDS, et al. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. Texto Contexto Enferm. 2008;17:758-764.
16. MINISTÉRIO DA SAÚDE (BR). Ministério da Saúde incorpora transplante da membrana amniótica para tratamento da diabetes e alterações oculares. Brasília, DF; 2026.
17. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Protocolo clínico e diretrizes terapêuticas (PCDT) para diabetes mellitus tipo II. Brasília, DF; 2026.
18. NETTO LE, JACON JC. Efetividade da biocelulose na cicatrização de úlceras venosas. Cuidarte Enfermagem. 2022;16(1):51-58.
19. PESSANHA FS, et al. Eficácia do hidrogel de carboximetilcelulose carregado com fator de crescimento epidérmico na formação de biofilme em feridas de pacientes diabéticos: um ensaio clínico randomizado. Gels, 2023; 9(2): 117.
20. SALAHI P, et al. Short-term effect of dressing with Dermaheal ointment in the treatment of diabetic foot ulcer: A double-blinded randomized controlled clinical trial. Health Sci Rep., 2024; 7(2): e1868.
21. SANGALETI CT, FARIAS CW. Feridas crônicas. In: Guia prático: feridas crônicas. Guarapuava: Editora Unicentro; 2025; 19.
22. SANTOS FAAS, et al. Qualidade de vida e cuidados de enfermagem direcionados à pessoa com ferida crônica: revisão integrativa. Rev Enferm Atual In Derme, 2025; 99(3): e025066.
23. SILVA J, et al. Innovative Functional Biomaterials as Therapeutic Wound Dressings for Chronic Diabetic Foot Ulcers. Int J Mol Sci., 2023; 24(12): 9900.
24. SLIVNIK M, et al. A randomized, placebo-controlled study of chitosan gel for the treatment of chronic diabetic foot ulcers (the CHITOWOUND study). BMJ Open Diabetes Res Care, 2024; 12(3): e004195.
25. SOARES CB, et al. Revisão integrativa: conceitos e métodos utilizados na enfermagem. Rev Esc Enferm USP, 2014; 48(2): 335-345.
26. SRISAWAT S, et al. Eficácia de curativos bioativos comparados a curativos passivos na promoção da cicatrização de úlceras do pé diabético: um ensaio clínico randomizado controlado. J Wound Res Technol., 2025; 2(1): 19-27.
27. VLADULESCU D, et al. Platelet-Rich Plasma (PRP) in Dermatology: Cellular and Molecular Mechanisms of Action. Biomedicines, 2023; 12(1): 7.
28. WANG G, et al. Efeito do poli(L-lactídeo-co-caprolactona) eletrofiado e do fibrinogênio suíno formulado no tratamento de úlceras do pé diabético. Eur J Pharm Sci., 2024.
29. ZHANG J, et al. Efficacy and Safety of Biomaterials and Antimicrobial Dressings in the Treatment of Diabetic Foot Ulcers: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. J Diabetes Res., 2025; 1548984.
30. ZHAO X, et al. Innovative therapies for diabetic foot ulcers: application and prospects of smart dressings. Biomed Pharmacother., 2025; 191: 118498.