

Filmes poliméricos no manejo de feridas: uma revisão

Polymeric films for wounds management: a review

Películas poliméricas en el tratamiento de heridas: una revisión

Recebido: 01/04/2022 | Revisado: 09/04/2022 | Aceito: 18/04/2022 | Publicado: 22/04/2022

Carolina Fernanda de Barros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8643-5088>
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil
E-mail: carolinafernandab@hotmail.com

Isabela Angeli de Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0445-4523>
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil
E-mail: angeli.isabela@gmail.com

Élcio José Bunhak

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7363-558X>
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil
E-mail: elcio.bunhak@unioeste.br

Resumo

Objetivo: Buscar evidências sobre o desempenho de filmes poliméricos no tratamento de feridas, reunindo artigos científicos nos quais testes que aferem a qualidade e eficiência dos filmes poliméricos no manejo de feridas tenham sido realizados. **Metodologia:** Foi realizada a revisão narrativa, de natureza qualitativa, seguindo as recomendações da Cochrane Collaboration de forma adaptada, nas bases Pubmed e Periódicos Capes, incluindo estudos produzidos nos últimos cinco anos, sem restrição de idioma. **Resultado:** No total foram incluídos 7 estudos, os quais trouxeram dados importantes sobre a boa performance dos filmes poliméricos no processo curativo de feridas. **Considerações finais:** Os polímeros permitem a produção de filmes poliméricos resistentes, flexíveis, transparentes, biocompatíveis, permitindo a incorporação de ativos e com capacidade de absorver exsudatos, além de possuírem baixo custo. Demonstraram excelentes resultados no tratamento das feridas testadas promovendo rápida cicatrização em comparação aos controles. Incorporar as boas propriedades desses materiais aos conhecimentos clínicos e fisiológicos possibilita lançar mão de uma abordagem mais avançada e eficiente para o tratamento de feridas, tornando o processo de cura mais confortável e funcional para o paciente.

Palavras-chave: Polímeros; Feridas; Curativos; Bandagens; Cicatrização de feridas; Ensino de saúde.

Abstract

Objective: To seek evidence on the performance of polymeric films in the treatment of wounds, gathering scientific articles in which tests that assess the quality and efficiency of polymeric films in the management of wounds have been performed. **Methodology:** A narrative review of a qualitative nature was carried out, following the recommendations of the Cochrane Collaboration in an adapted way, in Pubmed and Capes Periodicals, including studies produced in the last five years, without language restriction. **Result:** In total, 7 studies were included, which brought important data on the good performance of polymeric films in the wound healing process. **Final considerations:** Polymers allow the production of resistant, flexible, transparent, biocompatible polymeric films, allowing the incorporation of actives and with the ability to absorb exudates, in addition to having low cost. They demonstrated excellent results in the treatment of the tested wounds promoting faster healing compared to controls. Incorporating the good properties of these materials into clinical and physiological knowledge makes it possible to use a more advanced and efficient approach to wound care, making the healing process more comfortable and functional for the patient.

Keywords: Polymers; Wounds; Dressings; Bandages; Wound healing; Health teaching.

Resumen

Objetivo: Buscar evidencias sobre el desempeño de las películas poliméricas en el tratamiento de heridas, recopilando artículos científicos en los que se hayan realizado ensayos que evalúen la calidad y eficiencia de las películas poliméricas en el manejo de heridas. **Metodología:** Se realizó una revisión narrativa de carácter cualitativo, siguiendo las recomendaciones de la Colaboración Cochrane de forma adaptada, en Pubmed y Capes Periodicals, incluyendo estudios producidos en los últimos cinco años, sin restricción de idioma. **Resultado:** En total, se incluyeron 7 estudios, que trajeron datos importantes sobre el buen desempeño de las películas poliméricas en el proceso de cicatrización de heridas. **Consideraciones finales:** Los polímeros permiten producir películas poliméricas resistentes, flexibles, transparentes, biocompatibles, que permiten la incorporación de activos y con capacidad de absorción de exudados,

además de tener un bajo costo. Demostraron excelentes resultados en el tratamiento de las heridas probadas promoviendo una cicatrización más rápida en comparación con los controles. La incorporación de las buenas propiedades de estos materiales al conocimiento clínico y fisiológico permite utilizar un enfoque más avanzado y eficiente para el cuidado de heridas, haciendo que el proceso de curación sea más cómodo y funcional para el paciente.

Palabras clave: Polímeros; Heridas; Apósitos; Vendajes; Cicatrización de heridas; Enseñanza em la salud.

1. Introdução

A pele recobre toda a superfície do corpo humano sendo o seu maior órgão, é provida de resistência, flexibilidade e com capacidade de se renovar, atua como barreira a agentes físicos, químicos e biológicos, como poluição, radiação e microrganismos. Tem importante papel na regulação homeostática, controle hemodinâmico e percepções sensoriais (Sorg et al., 2017; Notodihardjo et al., 2020).

Dentro da estrutura da pele todas as interrupções da continuidade do tecido cutâneo caracterizam o termo ferida, seja por qualquer trauma, de natureza física, química, mecânica ou como resultado de afecções clínicas. Uma ferida pode atingir desde a epiderme até estruturas mais profundas, desta forma o tratamento de feridas é um grande desafio mesmo com a diversidade existente de curativos com propriedades e usos variados (Cesareti et al., 1998; Ferreira et al., 2004)

Além de possuírem um tratamento de alto custo, já que a restauração do tecido demanda de tempo e insumos para tal, gera limitações funcionais importantes, afetando diretamente a qualidade de vida do paciente, ainda mais se forem consideradas as complicações que podem estar associadas, como por exemplo, infecções por microrganismos, comprometimentos estruturais, distúrbios sanguíneos, renais, entre outros (Zhong et al., 2020).

A fim de acelerar o processo curativo e cicatrização para reaver a qualidade de vida dos pacientes, a indústria vem desenvolvendo novos materiais que tenham baixo custo e toxicidade e alta eficiência. Uma alternativa vantajosa e promissora são os materiais formadores de filmes poliméricos (Chen & Liu, 2016).

Os filmes funcionam como substitutos temporários da pele, protegendo como uma barreira física e mecânica, principalmente no manejo de infecções das feridas. Existem diversos tipos de filmes, dentre eles os filmes poliméricos, que permitem melhora no processo regenerativo, com algumas vantagens que valem destaque como: capacidade de absorção de fluidos e exsudatos provenientes da ferida sem vazamentos, não exigindo troca e limpeza frequentes, permite troca gasosa apropriada, proporciona microambiente úmido, além de proteger a ferida de microrganismos e outros agentes tóxicos, elevando a qualidade do processo de regeneração e reduzindo os riscos de complicações (Hasatsri et al., 2018; Ali et al., 2020).

Outros pontos de destaque desses sistemas são a alta flexibilidade, resistência e transparência, e a possibilidade de incorporação de ativos com liberação controlada ou prolongada que permite um tratamento mais confortável e funcional, com menos necessidade de troca dos curativos (Junior et al., 2014). Considerando que os filmes poliméricos são materiais curativos promissores no tratamento de feridas, o objetivo desta revisão é buscar evidências sobre o desempenho de filmes poliméricos no tratamento de feridas, através de artigos científicos nos quais testes que aferem a qualidade e eficiência dos filmes poliméricos no manejo de feridas tenham sido realizados.

2. Metodologia

Trata-se de uma revisão narrativa de natureza qualitativa (Pereira et al., 2018), que seguiu as recomendações da Cochrane Collaboration de forma adaptada, utilizando um protocolo constituído pelas etapas: 1) formulação da pergunta/problema; 2) localização e seleção dos estudos; 3) Avaliação dos estudos; 4) Localização das informações investigadas; 5) Análise e apresentação dos dados. A adaptação foi validada por Afonso et al., 2016, mostrando-se uma

ferramenta adequada na orientação de boas revisões. A estratégia teve as buscas concentradas no mês de março de 2022 nas bases PubMed e Periódicos Capes, sendo incluídos estudos realizados nos últimos cinco anos. Não houve restrição de idiomas.

A busca estratégica utilizou como palavras-chave “Filmes poliméricos”, “Curativos”, “Feridas”, “*in vivo*”, “cicatrização de feridas”. Em seguida foram incluídos os estudos relevantes para esta revisão de acordo com os critérios de elegibilidade descritos abaixo no Quando 1.

Quando 1:

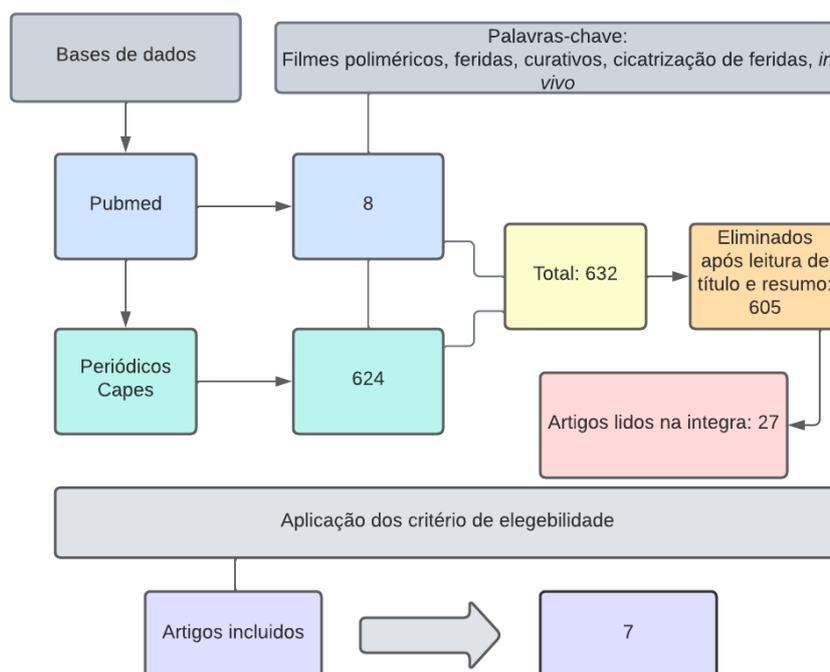
Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Ter associação com o objetivo da revisão;	Artigos incompletos;
Disponibilidade do texto completo nas bases;	Artigos gratuitamente indisponíveis nas bases;
Artigos que obrigatoriamente utilizaram filmes poliméricos;	Artigos de revisão.
Apresentar testes <i>in vivo</i> ;	Artigos que utilizaram outros tipos de formulações com bases poliméricas.
Publicados nos últimos cinco anos.	

Fonte: Autores (2022).

3. Resultados e Discussão

A busca estratégica nas bases retornou 632 artigos, e após a aplicação dos critérios de elegibilidade restaram apenas 7 artigos para compor esta revisão. Assim como detalhado na Figura 1.

Figura 1: Busca de dados e aplicação dos critérios de elegibilidade.



Fonte: Autores (2022).

Os estudos incluídos estão listados na Tabela 1, identificando os autores, ano da publicação, o país onde o estudo foi desenvolvido, título do artigo, os polímeros principais e as associações.

Tabela 1: Estudos incluídos na revisão.

Identificação	Título	Polímeros principais	Associações
Choi et al. 2020 Coreia do Sul	Chitosan-based nitric oxide-releasing dressing for anti-biofilm and in vivo healing activities in MRSA biofilm-infected wounds	Quitosana	S-nitrosoglutationa
Azhar et al. 2021 Irã	Evaluation of a novel bioactive wound dressing: an in vitro and in vivo study	PVA	Curcumina e mel
Mohebali et al. 2020 Irã	Layered biocompatible pH-responsive antibacterial composite film based on HNT/PLGA/chitosan for controlled release of minocycline as burn wound dressing	PVA e Quitosana	Minociclina
Sharma et al. 2021 África do Sul	Rifampicin-Loaded Alginate-Gelatin Fibers Incorporated within Transdermal Films as a Fiber-in-Film System for Wound Healing Applications	Alginato e Gelatina	Rifampicina
Basit et al. 2021 Paquistão	Microwave Enabled Physically Cross Linked Sodium Alginate and Pectin Film and Their Application in Combination with Modified Chitosan-Curcumin Nanoparticles. A Novel Strategy for 2nd Degree Burns Wound Healing in Animals	Alginato	Quitosana e curcumina
QingQing Leng et al. 2020 China	Curcumin nanoparticles incorporated in PVA/collagen composite films promote wound healing	PVA e colágeno	Curcumina
Júnior et al. 2021 Brasil	A New Dermal Substitute Containing Polyvinyl Alcohol with Silver Nanoparticles and Collagen with Hyaluronic Acid: In Vitro and In Vivo Approaches	PVA	Colágeno e ácido hialurônico e prata

Fonte: Autores (2022).

Vários tipos de polímeros estão disponíveis no mercado para uso no tratamento de feridas crônicas, com características que beneficiam esse tipo de tratamento. Esses materiais apresentam inúmeras vantagens em relação aos curativos comuns como a promoção de fatores de crescimento, que irão melhorar a cicatrização e diminuir o tempo de tratamento, retenção de umidade, um ambiente úmido com troca gasosa apropriada, além de formarem uma barreira física contra penetração de microrganismos e outros agentes tóxicos, elevando a qualidade do tratamento (Hosseini & Nabid, 2020).

Esses polímeros podem ser usados em forma de filmes, espuma, hidrogéis, hidrocoloides, scaffolds, hidrofibras. (Fahimirad & Ajallouei, 2019), podendo ser classificados como naturais ou sintéticos. A origem dos polímeros naturais ou biopolímeros são animais, plantas, microorganismos (algas e fungos), bactérias. Quimicamente possuem estruturas com repetidas unidades de aminoácidos, nucleotídeos, ésteres ou monossacarídeos que são ligados de forma covalente para formar polissacarídeos, peptídeos, poliésteres ou polifenóis, entre outros. Exemplos de polímeros naturais são os alginatos, quitosana, colágeno, dextrano, gelatina, etc (Sahana & Rekha, 2018).

Os polímeros sintéticos ou artificiais são desenvolvidos em laboratório, afim de obter materiais com melhores propriedades mecânicas, compatibilidade, biodegradabilidade, imunogenicidade, entre outras características que os tornem mais interessantes (Chen et al., 2018). Exemplos desses polímeros são o poliuretano, polivinil, polivinilpirrolidona (povidona), polietilenoglicol (PEG), polimetilmetacrilato (PMMA), entre outros (Dhivya et al., 2015).

Os polímeros, como dito anteriormente possuem grande versatilidade e ganharam espaço na medicina regenerativa como uma excelente opção para tratamento de feridas por possuírem baixo custo e toxicidade e proporcionarem boas condições para a recuperação do tecido lesionado (Souza, 2018).

Esses materiais permitem a produção de filmes poliméricos resistentes, com alta flexibilidade e transparência, concedendo manuseio e remoção sem traumas, fornecendo um tratamento mais confortável ao paciente, além da possibilidade de acrescê-los de um ativo, com capacidade de controlar o perfil de liberação desse ativo. Outras características importantes desses materiais são a absorção de fluidos e exsudatos produzidos pela ferida e a transparência, que permite a visualização da ferida, que promovem maior aderência ao tratamento, visto que diminui o número de trocas de curativo, sendo mais confortável e funcional quando comparado aos modelos convencionais (Junior et al., 2014).

O alginato ou ácido algínico foi descoberto em 1881 pelo químico britânico E.C.C. Stanford. E está distribuído de forma abundante nas paredes celulares de algas marrons, da classe Phaeophyceae (Nesic & Seslija, 2017). No estudo realizado por Sharma et al., (2021) os pesquisadores utilizaram filmes de Alginato com associação de Rifampicina para tratar feridas produzidas em ratos, e concluíram que comparado ao grupo controle, no grupo de ratos tratados com o filme a contração da ferida se desenvolveu mais rapidamente, alcançando a cura total das feridas em 14 dias, além de se mostrarem excelentes sistemas de liberação controlada de medicamentos. Corroborando com este estudo, a pesquisa realizada por Basit et al., (2021) utilizando filmes de Alginato e Alginato combinado com nanopartículas de quitosana-curcumina para tratar feridas de queimaduras de 2º grau em ratos, também demonstrou uma melhor cicatrização das queimaduras tratadas com o filme. Basit et al., (2021) ainda realizou uma análise histológica das feridas desses animais por duas técnicas, Tricrômio de Masson e hematoxilina e eosina, e ambas demonstraram que para os animais tratados com o filme a regeneração celular foi favorecida, tendo as fibras de tecido conjuntivo e colágeno bem arrançadas, que se traduzem em um reparo correto do tecido.

Outro excelente polímero para tratamento de feridas é a Quitosana, que pode ser utilizado como elemento principal em formulações de filmes que servirão como tecido temporário ou em composições com outros materiais como polietilenoglicol e polivilina. Ambas as composições possuem inúmeros benefícios para tratamento de feridas (Khanmohammadi et al., 2015). É um polímero natural extraído do exoesqueleto de crustáceos marinhos (camarões, caranguejos, mariscos) e alguns fungos (Yang, et al., 2018), e é a forma desacetilada da quitina, sendo um polissacarídeo semicristalino linear (Thomas et al., 2012). Choi et al., (2020) produziu um estudo com filmes de quitosana e quitosana acrescido de S nitrosoglutationa que foram aplicados em feridas infectadas por *Staphylococcus aureus* (MRSA) de ratos diabéticos, e para os dois filmes os pesquisadores observaram uma melhora significativa das feridas, sendo que para o segundo filme, a S nitrosoglutationa diminuiu o edema inflamatório, promoveu a reepitelização e a produção de colágeno. Demonstrando outro ponto positivo do filme polimérico que é a possibilidade de incorporar outros ativos para melhorar a sua performance.

Ainda segundo Choi et al., (2020) os filmes de quitosana apresentam vantagens ao sistema utilizado pois possuem alta permeabilidade, a transparência do filme permite fácil monitoramento, previne a desidratação da ferida além de absorver o exsudato da ferida. Os curativos de quitosana estimulam o sistema imunológico acelerando a cicatrização devido suas propriedades hemostáticas, possuem baixa imunogenicidade, alta absorção, conferem proteção contra microrganismos e fungos, são termicamente estáveis. Outra característica que torna esse polímero um candidato potencial para a produção de curativos são suas partículas esféricas e uniformes que favorecem a liberação de drogas e a farmacocinética (Saber-Samandari et al., 2015; Dennis et al., 2016).

Mohebbali et al., (2020) associou a quitosana e o Polialcool Vinílico (PVA) para a formação de filmes aos quais, para o grupo teste foi acrescentado a Miociclina, criando um sistema responsivo ao pH para a liberação da droga. Ao fim das análises confirmaram que o sistema foi eficaz, fornecendo um filme adequado que controlou a infecção e promoveu a cicatrização. O

Polialcool Vinílico (PVA) também é considerada uma excelente opção para produção de filmes/curativos, pois possui alta biocompatibilidade, tensão superficial que promove boa elasticidade, e assim boas características mecânicas, boas propriedades de transmissão de vapor, promovendo um microambiente úmido que favorece a epitelização, e por formar um filme transparente traz maior conforto ao paciente, já que não é necessária sua remoção para a visualização da ferida (Tarun & Gobi, 2012).

Demonstrando essas boas características físicas e curativas, o ensaio produzido por Azar et al., (2021) com duas formulações de filmes de PVA também trouxe bons resultados. Mais uma vez os pesquisadores exploraram a capacidade de incorporação de ativos permitida pelos filmes com base polimérica, acrescentando a essas formulações ativos que podem beneficiar o tratamento, como o caso do antimicrobiano Gentamicina, utilizado por eles, que teve papel fundamental no tratamento fornecendo proteção contra os microrganismos. Os autores conseguiram observar através de análises histopatológicas um aumento significativo na taxa de cicatrização para os animais submetidos ao tratamento com filme quando comparado ao curativo comercial disponível, além de apresentarem a epiderme bem formada com a formação de tecido e boa contração dele.

Por produzir um ambiente úmido e ter alto poder de hidratação, o PVA também pode se tornar favorável ao crescimento de microbiota, para transpor esse problema, Junior et al., (2021) propôs em sua pesquisa a produção de filmes de PVA associados a Prata, neste estudo os pesquisadores submeteram os ratos a uma pequena cirurgia, a fim de simular uma queimadura de terceiro grau, deixando a fásia muscular exposta, e os filmes produzidos com associação de colágeno, ácido hialurônico e a prata foram usados como substitutos de pele, e se mostrando eficientes tanto no controle do crescimento microbiano quanto na aceleração da cicatrização e fechamento da ferida. A baixa imunogenicidade dos polímeros permite inúmeras associações, e neste caso a utilização de colágeno e ácido hialurônico beneficiaram o tratamento estimulando o transporte de nutrientes e fibroblastos, a infiltração de células endoteliais na lesão e o favorecimento da angiogênese.

Leng et al., (2020) também utilizou filmes de PVA como substitutos de pele em seu estudo, mas a associação neste caso foi feita com colágeno e curcumina, os autores compararam a cicatrização da ferida de ratos tratado com filmes de PVA, filmes de PVA associados com colágeno e Curcumina, solução aquosa com Curcumina e o controle. Conseguiram observar em análises histológicas a promoção da formação de fibras de colágeno, proliferação de queratinócitos regenerando a camada epidérmica, tendo uma taxa de cicatrização rápida de 98% em 15 dias para o filme de PVA/colágeno/curcumina. A barreira formada por estes filmes e a liberação sustentada do ativo mostraram bom desempenho antimicrobiano, unindo essa característica aos bons resultados da cicatrização os autores puderam concluir que está associação demonstra grande potencial curativo sendo uma opção para a engenharia de tecidos.

Devido suas características funcionais e estruturais o colágeno é um polímero de muito interesse para cientistas das áreas que química molecular, química de polímeros, engenharia de tecidos e medicina regenerativa, trata-se de um polímero natural encontrado em grandes quantidades em sistemas vivos, sendo a proteína mais abundante do reino animal, é o principal constituinte do tecido conjuntivo. (Lee et al., 2001; He et al., 2012). Se mostra bastante eficiente na cicatrização de feridas, tratamento de úlceras crônicas e feridas recalcitrantes, devido ao fato de as feridas crônicas possuírem deficiência na matriz extracelular e o colágeno ser a principal proteína que a compõe. Deste modo o colágeno e outros biomateriais que o tem como base são muito utilizados na biologia celular, enxertos de pele, regeneração de tecidos, nervos e administração de drogas (Chattopadhyay & Raines, 2014; Gould, 2016).

Como referido anteriormente existem inúmeros polímeros com importância na área biomédica, medicina regenerativa e engenharia de tecidos, alguns são bastante citados em artigos, mas devido aos critérios de inclusão e exclusão desta revisão não foram incluídos no trabalho. Como por exemplo a celulose que é um material com inúmeras aplicações e quando falamos em feridas, o filme feito com este polímero auxilia na retenção de umidade, gerando um microambiente favorável, absorve o

exsudato e ótimas características mecânicas, sendo uma excelente opção no tratamento de feridas crônicas e queimaduras de primeiro grau, também são aplicados para abrasões, lacerações, úlceras de pressão e áreas que doaram tecidos (Sahana & Rekha, 2018). Esse polímero pode ser combinado com outros materiais como colágeno e PVA, para unir os benefícios curativos. A celulose também detém propriedades antimicrobianas que podem ser aprimoradas com associações como miostatina, quitosana e prata (Sezer & Cevher, 2011).

O Poliuretano é outro exemplo de polímero também vastamente utilizado na área médica, na forma de tecidos bioadesivos, stents vasculares, órgãos artificiais e curativos (Ulery et al., 2011). Como curativo se mostra uma excelente opção pela barreira que forma e a permeabilidade de oxigênio, além de demonstrar ser altamente compatível com organismos vivos, não trazendo rejeições ou irritações ao paciente, promove ainda um microambiente úmido que favorece a epitelização, e por ser transparente traz maior conforto ao paciente, já que não é necessária sua remoção para a visualização da ferida (Jafari et al., 2018). A gelatina também é muito utilizada, é um polímero natural extraído de tecidos animais, apresenta boa biocompatibilidade, porém é facilmente degradada então normalmente ela está associada a outros polímeros para melhorar essa característica, e promove a cicatrização rápida de feridas pela contração e reepitelização (Schiefer, et al., 2016), assim como a hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) que destaca-se na produção de filmes, encontrado de forma abundante e com baixo custo, é biocompatível, biodegradável, transparente, capaz de produzir filmes com excelentes propriedades mecânicas (Fahs et al., 2010)

Múltiplas evidências mostram a eficácia dos polímeros para o tratamento de feridas crônicas, esses polímeros podem ser usados isoladamente ou em associações com outros polímeros ou ativos. Assim incorporando as boas características dos materiais poliméricos com estudos estruturais, anatômicos e fisiológicos é possível desenvolver abordagens mais avançadas e eficientes para o tratamento e controle de feridas crônicas (Kamoun et al., 2021).

4. Considerações Finais

O campo dos produtos com base polimérica vem obtendo inúmeros progressos, os curativos feitos com polímeros se mostram úteis no tratamento de feridas devido suas características como alta porosidade, promoção da epitelização, alta capacidade de absorção, permitem trocas gasosas, bom desempenho mecânico, fornecimento de ambiente úmido.

Esses filmes curativos permitem ainda a adsorção de ativos como extratos de plantas, antibióticos, vitaminas, antioxidantes, entre outros que podem acelerar o processo de cicatrização, promover a revascularização e reestabelecer funções normais do tecido. A incorporação de nanomateriais a estes curativos pode ser outra abordagem a ser usada para melhorar a superfície a fim de obter uma liberação controlada, sustentada e previsível de uma formulação no local a ser tratado.

Os filmes à base de polímeros possuem grandes vantagens técnicas como solubilidade, biodegradabilidade e biocompatibilidade, possuindo grande capacidade de impulsionar o campo de tratamento de feridas, pois permitem a produção de curativos inteligentes, com propriedades notáveis, sendo necessário ainda superar os desafios de produção, visto que é necessário a compreensão eficiente dessas formulações para traduzi-las em sistemas úteis para o tratamento de feridas.

A cura de feridas, especialmente as crônicas é um processo diverso, multifatorial e multifásico, de alta complexidade que pode sofrer fenômenos como inflamação, falta de fluxo sanguíneo, trauma, sendo muitas vezes um processo longo e doloroso. Ao incorporar as boas propriedades dos materiais poliméricos a estes tratamentos juntamente com conhecimentos clínicos e fisiológicos é possível lançar mão de uma abordagem mais avançada e eficiente para o fechamento dessas feridas que não cicatrizam, tornando o processo de cura mais confortável e funcional para o paciente.

Os resultados obtidos pelos filmes poliméricos no tratamento de feridas foram positivos, mas considerando que esta revisão não esgotou as fontes de informação e que a interpretação dos estudos pode estar sujeita a subjetividades dos autores, são necessários novos estudos de revisão sistemática e metanálise para obter respostas ainda mais assertivas sobre a efetividade desses tratamentos.

Referências

- Afonso, T., Ramos, M. F. H., França, I. L., Pontes, F. A. R., & Silva, S. S. C. (2016). Cuidado Parental à Criança com Paralisia Cerebral: uma Revisão Sistemática da Literatura. *Rev. Bras. Ed. Esp.*, 22(3), 455-470.
- Ali, M., Khan, N. R., Basit, H. M., & Mahmood, S. (2020). Physico-chemical based mechanistic insight into surfactant modulated sodium Carboxymethylcellulose film for skin tissue regeneration applications. *J. Polym. Res*, 27, 1–11.
- Azhar, F. F., Rostamzadeh, P., Khordadmehr, M., & Mesgari-Abbasi, M. (2021) Evaluation of a novel bioactive wound dressing: an in vitro and in vivo study. *J Wound Care*, 2;30(6):482-490. 10.12968/jowc.2021.30.6.482.
- Basit, H. M., Ali, M., Shah, M. M., Shah, S. U., Wahab, A., Albarqi, H. A., Alqahtani, A. A., Walbi, I. A., & Khan, N. R. (2021) Microondas habilitadas fisicamente reticuladas de alginato de sódio e filme de pectina e sua aplicação em combinação com nanopartículas de quitosana-curcumina modificadas. Uma nova estratégia para a cicatrização de feridas de queimaduras de 2º grau em animais. *Polímeros*, 2716. <https://doi.org/10.3390/polym1316271>
- Cesaretti, I. U. R. (1998). Processo fisiológico de cicatrização da ferida. *Pelle Sana*, 2: 10-2.
- Chattopadhyay, S., & Raines, R.T., (2014). Collagen-based biomaterials for wound healing. *Biopolymers*. Aug;101(8):821-33. 10.1002/bip.22486.
- Chen, E.Y.; Liu, W.F.; Megido, L.; Díez, P.; Fuentes, M.; Fager, C.; & Mathur, S. (2018). Understanding and utilizing the biomolecule/nanosystems interface. In *Nanotechnologies in Preventive and Regenerative Medicine*, 1st ed.; Elsevier Science: Amsterdam, The Netherlands; pp. 207–297.
- Chen, F. M., & Liu, X. (2016). Advancing biomaterials of human origin for tissue engineering. *Prog. Polym. Sci*, 53, 86–168.
- Choi, M., Hasan, N., Cao, J., Lee, J., Hlaing, S. P., & Yoo, J.W. (2020). Chitosan-based nitric oxide-releasing dressing for anti-biofilm and in vivo healing activities in MRSA biofilm-infected wounds. *Int J Biol Macromol*, 1;142:680-692. 10.1016/j.ijbiomac.2019.10.009.
- Dennis, G., Harrison, W., Agnes, K., & Erastus, G., (2016). Effect of biological control antagonists adsorbed on chitosan immobilized silica nanocomposite on *rastonia solanacearum* and growth of tomato seedlings. *Adv. Res*. 6, 1–23
- Dhivya, S., Padma, V.V., & Santhini, E., (2015). Wound dressings—a review. *BioMedicine* 5 (4). <https://doi.org/10.7603/s40681-015-0022-9>
- Fahs, A., Brogly, M., & Bistac, S., Schmitt, M. (2010). Hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) formulated films: Relevance to adhesion and friction surface properties, *Carbohydrate Polymers*, 80(1), 105-114, <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.10.071>
- Fahimirad, S., & Ajallouei, F., (2019). Naturally-derived electrospun wound dressings for target delivery of bio-active agents. *Int. J. Pharm.* 566, 307–328. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2019.05.053>.
- Ferreira, A. M., Santos, I., & Sampaio, C. E. P. (2004). O cuidado de enfermagem nos procedimentos de coleta para análise microbiológica de feridas: aplicabilidade de duas técnicas. *Arquivos de Ciência da Saúde*, 11(3), 137- 41.
- Gould, L. J., (2016). Topical collagen-based biomaterials for chronic wounds: Rationale and clinical application. *Adv Wound Care (New Rochelle)* 1;5(1):19-31. doi: 10.1089/wound.2014.0595.
- Hasatsri, S., Pitiratanaworanat, A., Swangwit, S., Boochakul, C., & Tragoonsupachai, C., (2018). Comparison of the morphological and physical properties of different absorbent wound dressings. *Dermatol Res. Pract.* 2018, 9367034. <https://doi.org/10.1155/2018/9367034>.
- He, L., Cai, S., Wu, B., Mu, C., Zhang, G., & Lin, W. (2012) Trivalent chromium and aluminum affect the thermostability and conformation of collagen very differently. *J Inorg Biochem*. Dec; 117:124-30, 10.1016/j.jinorgbio.2012.08.017. PMID: 23085592.
- Hosseini, M. S. & Nabid, M. R. (2020). Synthesis of Chemically Cross-linked hydrogel films based on basil seed (*Ocimum basilicum* L.) mucilage for wound dressing drug deliver applications. *International Journal of Biological Macromolecules*.
- Jafari, A., Hassanajili, S., Karimi, M. B., Emami, A., Ghaffari, F., & Azarpira, N. (2018). Effect of organic/inorganic nanoparticles on performance of polyurethane nanocomposites for potential wound dressing applications. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 88, 395–405. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2018.09.001>
- Júnior, D. M., Hausen, M. A., Asami, J., Higa, A. M., Leite, F. L., Mambrini, G P., Rossi, A. L., Komatsu, D., & Duek, E. A. (2021). Um novo substituto dérmico contendo álcool polivinílico com nanopartículas de prata e colágeno com ácido hialurônico: abordagens in vitro e in vivo. *Antibióticos*, 10, 742. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10060742>
- Junior, J. A. O., Shiota, L. M. & Chiavacci, L.A. (2014). Desenvolvimento de formadores de filmes poliméricos orgânico-inorgânico para liberação controlada de fármacos e tratamento de feridas. *Revista Matéria*, 24-32.
- Khanmohammadi, M., Elmizadeh, H., & Ghasemi, K., (2015). Investigation of size and morphology of chitosan nanoparticles used in drug delivery system employing chemometric technique. *Iran. J. Pharm. Res.* 14, 665–675.

- Lee, C. H., Singla, A., & Lee, Y. (2001). Biomedical applications of collagen. *International journal of pharmaceutics*, 221(1-2), 1–22. [https://doi.org/10.1016/s0378-5173\(01\)00691-3](https://doi.org/10.1016/s0378-5173(01)00691-3)
- Leng, Q., Li, Y., Pang, X., Wang, B., Wu, Z., Lu, Y., Xiong, K., Zhao, L., Zhou, P., & Fu, S. (2020). Curcumin nanoparticles incorporated in PVA/collagen composite films promote wound healing. *Drug delivery*, 27(1), 1676–1685. <https://doi.org/10.1080/10717544.2020.1853280>
- Mohebbali, A., & Abdouss, M. (2020). Layered biocompatible pH-responsive antibacterial composite film based on HNT/PLGA/chitosan for controlled release of minocycline as burn wound dressing. *Int J Biol Macromol*, 1;164:4193-4204. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2020.09.004. PMID: 32891643.
- Nesic, A.R., & Seslija, S.I., (2017). The influence of nanofillers on physical–chemical properties of polysaccharide-based film intended for food packaging. *Food Packaging* 637–697.
- Notodihardjo, S. C., Morimoto, N., Munisso, M. C., Le, T. M., Mitsui, T., Kakudo, N., & Kusumoto, K. (2020). A comparison of the wound healing process after application of three dermal substitutes with or without basic fibroblast growth factor impregnation in diabetic mice. *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg*, 73, 1547–1555
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. Santa Maria/RS. Ed. UAB/NTE/UFSM. ISBN 978-85-8341-204-5
- Saber-Samandari, S., Yekta, H., & Saber-Samandari, S., (2015). Effect of iron substitution in hydroxyapatite matrix on swelling properties of composite bead. *J. Mineral Metal Mater. Eng.* 1, 19–25.
- Sahana, T. G. Rekha, P. (2018) Biopolymers: Applications in wound healing and skin tissue engineering. *Mol. Biol. Rep.* 45, 2857–2867.
- Schiefer, J. L., Rath, R., Held, M., Petersen, W., Werner, J. O., Schaller, H. E., & Rahmanian Schwarz, A., (2016). Frequent application of the new gelatin-collagen nonwoven accelerates wound healing. *Adv. Skin Wound Care.* 29, 73–78. <https://doi.org/10.1097/01.ASW.0000476097.86161.57>
- Sezer, A. D., & Cevher, E. (2011). Biopolymers as Wound Healing Materials: Challenges and New Strategies. In (Ed.), *Biomaterials Applications for Nanomedicine*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/25177>
- Sharma, A., Puri, V., Kumar, P., & Singh, I. (2021). Rifampicin-Loaded Alginate-Gelatin Fibers Incorporated within Transdermal Films as a *Fiber-in-Film* System for Wound Healing Applications. *Membranes*. 11, 7. <https://doi.org/10.3390/membranes11010007>
- Souza, F. R. A. (2018). Efeitos da reticulação com genipina em membranas de quitosana/colágeno para potencial uso como biomaterial. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos) – Universidade Federal de Campina Grande, Sumé.
- Sorg, H., Tilkorn, D. J., Hager, S., Hauser, J., & Mirastschijski, U. (2017). Skin wound healing: An update on the current knowledge and concepts. *Eur. Surg. Res*, 58, 81–94.
- Tarun K, Gobi N. (2012). Calcium alginate/PVA blended nano fibre matrix for wound dressing. *Indian J Fibre Text Res*; 37:127–132.
- Thomas, S. Visakh, P. M., & Mathew, A. P. (2012). Natural polymers: Their Blends, Composites, and Nanocomposites. State of Art, New Challenges and Opportunities. In: Thomas, S. Visakh, P. M.; Mathew, A. P., (ed.). Springer Science & Business Media, 2012. *Advances in Natural Polymers: Composites and Nanocomposites*. Ch. 1, p. 1-20.
- Ulery, B. D., Nair, L. S., & Laurencin, C. T. (2011). Biomedical applications of biodegradable polymers. *J. Polym. Sci. B Polym. Phys.* 49, 832–864. <https://doi.org/10.1002/polb.22259>.
- Zhong, Y., Xiao, H., Seidi, F., & Jin, Y. (2020). Natural polymer-based antimicrobial hydrogels without synthetic antibiotics as wound dressings. *Biomacromolecules*, 21, 2983–3006.