

## Aplicações de membranas com base de polímeros no tratamento de feridas cutâneas: Uma revisão integrativa

Applications of polymer-based membranes in the treatment of skin wounds: An integrative review

Aplicaciones de membranas a base de polímero en el tratamiento de heridas en la piel: Una revisión integrativa

Recebido: 07/11/2022 | Revisado: 13/11/2022 | Aceitado: 21/11/2022 | Publicado: 27/11/2022

**Maria Eduarda Alves da Nóbrega**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0927-5030>

Faculdade de Medicina de Olinda, Brasil

E-mail: [eduardanobrega@hotmail.com](mailto:eduardanobrega@hotmail.com)

**Brenda Beatriz Torres de Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7445-8485>

Faculdade de Medicina de Olinda, Brasil

E-mail: [brendabia1222@gmail.com](mailto:brendabia1222@gmail.com)

**Luciana Ramos Teixeira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2930-5962>

Faculdade de Medicina de Olinda, Brasil

E-mail: [lucianarateixeira@gmail.com](mailto:lucianarateixeira@gmail.com)

**Tharcia Kiara Beserra de Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6352-7254>

Faculdade de Medicina de Olinda, Brasil

E-mail: [tharcia\\_kiara@hotmail.com](mailto:tharcia_kiara@hotmail.com)

### Resumo

**Objetivo:** Investigar o potencial de cicatrização de feridas cutâneas e sua influência no tempo de tratamento com uso de membranas a base de polímeros. **Metodologia:** Para chegar ao objetivo pretendido, o estudo realizou pesquisa baseada em Revisão Integrativa de Literatura, através de artigos nas bases de buscas em publicações indexadas nas seguintes bases de dados Biblioteca Virtual de Saúde (BVS) e Pubmed, no período de 2018 a 2022, por meio dos descritores em saúde com o operador booleano AND: polímeros, cicatrização, feridas. **Resultados:** Como resultado entendeu-se que a utilização de polímeros em feridas cutâneas vem sendo utilizados como articulação química, a fim de aumentar a integridade estrutural das membranas. As membranas utilizadas nos estudos possibilitaram importante diminuição no quadro algíco dos pacientes tratados, sem ocorrência de infecção elevadas. Porém é preciso que ocorram técnicas de consolidação para o tempo de permanência. **Conclusão:** Em casos em que as feridas cutâneas sejam exageradas, essas técnicas podem possuir tendências citotóxicas, impedindo a reabsorção e causando falhas de material, sendo importante verificar com precisão a utilizada dos polímeros nessas feridas e o tempo de permanência, o que irá interferir de maneira positiva ou não na cicatrização.

**Palavras-chave:** Polímeros; Feridas; Cicatrização.

### Abstract

**Objective:** To investigate the healing potential of skin wounds and its influence on treatment time with the use of polymer-based membranes. **Methodology:** To reach the intended objective, the study carried out research based on an Integrative Literature Review, through articles in the search bases in publications indexed in the following Virtual Health Library (BVS) and Pubmed databases, from 2018 to 2022, through health descriptors with the Boolean operator AND: polymers, healing, wounds. **Results:** As a result, it was understood that the use of polymers in skin wounds has been used as a chemical joint, in order to increase the structural integrity of the membranes. The membranes used in the studies allowed an important decrease in the pain condition of the treated patients, without the occurrence of high infections. However, consolidation techniques need to occur for the length of stay. **Conclusion:** In cases where skin wounds are exaggerated, these techniques may have cytotoxic tendencies, preventing resorption and causing material failures. positive or not in healing.

**Keywords:** Polymers; Wounds; Healing.

### Resumen

**Objetivo:** Investigar el potencial de cicatrización de heridas cutâneas y su influencia en el tiempo de tratamiento con el uso de membranas a base de polímeros. **Metodología:** Para alcanzar el objetivo planteado, el estudio realizó una investigación basada en una Revisión Integrativa de la Literatura, a través de artículos en las bases de búsqueda en

publicaciones indexadas en las siguientes bases de datos de la Biblioteca Virtual en Salud (BVS) y Pubmed, de 2018 a 2022, a través de descriptores de salud con el operador booleano AND: polímeros, cicatrización, heridas. *Resultados:* Como resultado se entendió que el uso de polímeros en heridas de la piel ha sido utilizado como unión química, con el fin de aumentar la integridad estructural de las membranas. Las membranas utilizadas en los estudios permitieron una importante disminución del estado de dolor de los pacientes tratados, sin que se produjeran infecciones elevadas. Sin embargo, las técnicas de consolidación deben ocurrir durante la duración de la estadía. *Conclusión:* En los casos en que las heridas de la piel son exageradas, estas técnicas pueden tener tendencias citotóxicas, impidiendo la reabsorción y provocando fallas materiales positivas o no en la cicatrización.

**Palabras clave:** Polímeros; Heridas; Cicatrización.

## 1. Introdução

A cicatrização crônica de feridas é impedida por infecções bacterianas e resistência a medicamentos, tornando as feridas cutâneas significativamente associadas à morbidade e mortalidade. Isso ocorre porque os tratamentos atualmente disponíveis são limitados em eficácia e, em alguns casos, não permitem restaurar a estrutura e a função da pele danificada, levando à infecção da ferida e à desidratação (Sorg et al., 2017; Miguel et al., 2018; Sun et al., 2021; Elizabeth & Gary, 2022).

As interrupções que ocorrem na estrutura da pele são denominadas de ferida, estas que podem ser ocasionadas por trauma, natureza física, química, mecânica ou ainda por conta de afecções clínicas. Podem levar à ruptura ou abertura da pele, podendo causar infecções agudas e crônicas atingindo estruturas profundas, desafiando a Medicina. Nas últimas décadas, grandes avanços foram alcançados no desenvolvimento de abordagens terapêuticas a serem utilizadas no tratamento de feridas (Miguel et al., 2018; Notodihardjo et al., 2020; Ou q et al., 2021; Leask, 2022).

Sistemas de liberação de drogas baseados em biomateriais são capazes de promover uma maior cicatrização de forma que possa facilitar os efeitos terapêuticos na cicatrização de feridas. Esse avanço nos cuidados e tratamentos das feridas, normalmente possui um alto custo, tendo em vista a restauração do tecido que demandam tempo e quantidade grande de insumos, o que afeta a qualidade de vida do paciente, além de ocasionar outros danos à sua saúde (Zhong et al., 2020; Ou q et al., 2021).

Sabendo disso, estudos e pesquisas veem se debruçando no desenvolvimento de novos materiais que tenham baixo custo e eficiência. Um desses materiais é a membrana de polímero que funcionam como substitutos temporários da pele, criando uma espécie de barreira física e mecânica e facilitando no manejo das feridas. As vantagens desse tipo de material estão na capacidade de absorver fluidos, exsudatos provenientes da ferida, sem a necessidade de troca e limpeza frequente, reduzindo os riscos. Algumas membranas podem apresentar restrições pela estrutura rígida da cadeia, levando os pesquisadores a adaptarem os polímeros (Hasatsri et al., 2018; Miguel et al., 2018; Sun et al., 2021; Wang et al., 2022).

Diferentes produtos têm sido utilizados para melhorar o processo de reparo tecidual. Existem mais de 2.000 tipos de coberturas disponíveis no mercado internacional para o tratamento de feridas e queimaduras, sejam eles sintéticos ou biológicos. Os produtos com base polímera são progressivos e os curativos são úteis nesses tratamentos de feridas em razão de sua porosidade, da epitelização, do desempenho mecânico, além da biodegradabilidade e biocompatibilidade, desde ocorram técnicas de consolidação de permanência que impeçam a reabsorção e as falhas do material (Takejima et al., 2021; Venegas-Cervera et al., 2021; De Barros et al., 2022).

Considerando então que os polímeros são promissores no tratamento das feridas, o objetivo dessa revisão integrativa foi investigar o potencial de cicatrização de feridas cutâneas e sua influenciar no tempo de tratamento com uso de membranas a base de polímeros.

## 2. Metodologia

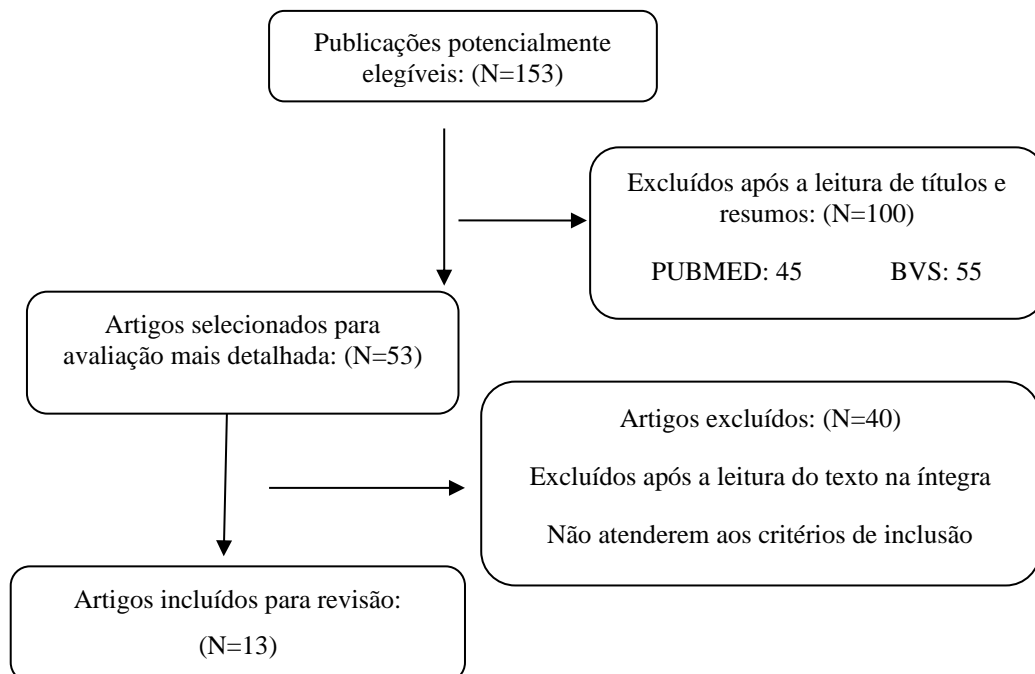
Trata-se de uma revisão integrativa da literatura que revisa rigorosamente e combina estudos com diversas

metodologias, comparando a ocorrência da doença entre grupos de pessoas seguindo as orientações encontradas em evidências científicas. A pesquisa integrativa secundária responde à abordagem de revisão compreensiva, pois fornece um direcionamento resumido do conhecimento sobre um determinado tema, estabelecendo de forma transparente critérios para garantir a qualidade dos resultados (Guirao-Goris, 2015). Segue-se a metodologia de revisão integrativa de Crossetti (2012), que consiste em cinco etapas: 1. Formulação do problema; 2. Coleta de dados ou definições na pesquisa bibliográfica; 3. Avaliação de dados; 4. Análise de dados; 5. Apresentação e interpretação dos resultados. A pergunta que direcionou a revisão foi: A cicatrização de polímeros em feridas cutâneas pode influenciar no tempo de cicatrização?

As buscas pelos artigos foram realizadas em junho e julho de 2022 nas seguintes bases de dados: Biblioteca Virtual de Saúde (BVS) e Pubmed, utilizando os seguintes unitermos: “Polímeros”, “Feridas Cutâneas”, “Cicatrização”. A busca integrada foi realizada unindo os descritores com operador booleano “AND”. Na fase inicial foi realizada uma leitura dos títulos abstracts aplicando os critérios de seleção. Após esta fase, os revisores independentes executaram uma leitura previa de todos os artigos selecionados. O fluxograma com detalhamento de todas as etapas de seleção está na Figura 1.

A pesquisa obedeceu aos seguintes critérios de inclusão: a) artigos, b) estar disponível em texto completo (do tipo original, relato de experiência, atualização ou estudo de caso); c) estudos que abordavam a temática específica sobre Cicatrização e inovação; d) recorte temporal de 2018 a 2022; e) estudos disponíveis nos idiomas português e inglês. Foram considerados os textos que não abordaram a questão norteadora da pesquisa ou apresentaram duplicatas em mais de uma base de dados.

**Figura 1** - Fluxograma do processo de seleção esquemático utilizadas no estudo.



Fonte: Autores (2022).

### 3. Resultados e Discussão

Após a etapa de seleção, treze artigos científicos foram escolhidos para compor esta revisão. Estes estudos passaram por análise de acordo com os critérios de inclusão e exclusão determinados. Os artigos selecionados foram descritos de forma

individual, conforme segue exposto abaixo (Quadro 1), ressaltando as informações: autor e ano, objetivo, metodologia e principais resultados.

**Quadro1** – Artigos selecionados para compor esta revisão.

AUTOR	OBJETIVO	METODOLOGIA	RESULTADOS
Fahimirad e Ajalloueian, 2019	Nanofibras eletrospun como curativo de ferida com aceleração de cura	Estudo Qualitativo	A investigação sobre melhoria do desempenho das fibras de electrospun, padronização de métodos para o fabrico de fibras reprodutíveis carregadas de drogas, e a ampliação de uma formulação distinta é necessária para o desenvolvimento de nanofibras bio-funcionalizadas naturais de electrospun como o novo comercial curativo de feridas biomédicas.
Hosseini, M. S; Nabid, 2020	Preparação de filmes de hidrogel sensíveis ao pH baseados no biopolímero de sementes de manjeriço (OBM) como um novo sistema de entrega de drogas para curativo de feridas	Análise Morfológica	Os melhores resultados para este trabalho foram Mu-Gly2, que possui grau de intumescimento e fração de gel aceitáveis, levando à capacidade funcional de retenção de água, bem como as formulações selecionadas, que se mostraram atóxicas e biocompatíveis de acordo com o resultado do teste de citotoxicidade.
Hasatsri et al., 2018	Avaliar e comparar as propriedades morfológicas e físicas de seis diferentes curativos comercialmente absorventes na Tailândia: dois hidrocolóides, dois alginatos e duas espumas.	Análise de Campo	Os curativos de alginato de cálcio e sódio apresentaram melhores propriedades de absorção do que os curativos de alginato de cálcio, hidrocolóide, hidrocolóide com espuma, espuma com filme de poliuretano e espuma com hidrogel e poliuretano.
Locilento, 2018	Verificar o desenvolvimento de mantas de nanofibras poliméricas biodegradáveis contendo o extrato de semente de uva com potencial aplicação para o tratamento de lesões.	Análise laboratorial	As mantas de nanofibras poliméricas biodegradáveis desenvolvidas no presente trabalho apresentam grande potencial como alternativa para uma nova geração de curativos inteligentes.
Notodihardjo, et al., 2020	Comparar o processo de cicatrização de feridas após a aplicação de três substitutos dérmicos com ou sem impregnação do fator de crescimento de fibroblastos básico em camundongos diabéticos	Análise comparativa laboratorial	O estudo <i>in vivo</i> mostrou que fibroblastos e capilares se infiltraram no Pelnac Gplus <sup>®</sup> mas não no Integra <sup>®</sup> ou Terudermis <sup>®</sup> . Além disso, epitélio longo e tecido de granulação amplo foram formados no grupo Pelnac Gplus <sup>®</sup> com bFGF. A Terudermis <sup>®</sup> com bFGF tiveram mais capilares do que os outros grupos, mas apenas na base da ferida. A combinação de Pelnac Gplus <sup>®</sup> com bFGF pode ser uma nova abordagem para o tratamento de defeitos de pele de espessura total ou úlceras cutâneas crônicas.
Duarte, 2018	Desenvolver um biomaterial a base de quitosana e PVA contendo nanopartículas de selênio e óleo de baciaiva para tratamento de feridas.	Ensaio laboratorial	O estudo da área de cicatrização demonstrou que para sete dias de tratamento obtém-se os melhores resultados com as películas contendo óleo de baciaiva e com a película contendo selênio.
Ricardo, 2020	Avaliar da aplicabilidade de membranas de poli (ε – caprolactona) carregadas com fármacos no tratamento de feridas.	Estudo observacional, prospectivo,	Todas as membranas possibilitaram importante diminuição no quadro algico dos pacientes tratados e não houve ocorrência de infecção confirmando a eficácia do método de esterilização com ozônio.
Silva, et al., 2018	Extração de polifenóis de subprodutos vinícolas de duas castas tintas portuguesas, Touriga Nacional e Preto Martinho, e avaliar o seu perfil fenólico, propriedades antioxidantes e atividade antimicrobiana contra bactérias resistentes a antibióticos.	Ensaio laboratorial	Produtos naturais, como os polifenóis, podem representar uma fonte para o desenvolvimento de novos antimicrobianos para combater bactérias gram-positivas resistentes e possivelmente serem usados como conservantes naturais de alimentos.
Ou Q et al, 2021	Múltiplas moléculas naturais antioxidantes de ervas através de nanopartículas antioxidantes para cicatrização de feridas e regeneração da pele.	Estudo de Campo	Sob estresse oxidativo, este hidrogel pode melhorar a atividade de superóxido dismutase e glutatone peroxidase e reduzir os níveis de ROS e malondialdeído, prevenindo assim danos oxidativos às células e, em seguida, promovendo a cicatrização de feridas, regeneração tecidual e

			acúmulo de colágeno.
Milka Lie et al., 2021	Avaliar a segurança da membrana de celulose vegetal ( <i>Pinus sp</i> ) no tratamento de queimaduras de terceiro grau em ratos e comparar sua eficácia com a da membrana bacteriana já comercializada.	Estudo experimental	A membrana de celulose de <i>Pinus sp</i> apresentou eficácia semelhante à da membrana bacteriana no tratamento de queimaduras de 3º grau.
Chen L et al, 2022	Potencial de polímeros à base de metabólitos secundários da planta para melhorar a cicatrização de feridas	Estudo experimental	O PDA-PADMS-FGF acelerou a cicatrização e reduziu as cicatrizes, melhorando a disposição do colágeno e a neovascularização.
Ribeiro (2021)	Estabelecimento de um processo biotecnológico com emprego de manufatura aditiva para produção de biocurativos poliméricos associados a plasma rico em plaquetas (PRP) definidos morfológicamente a partir de escaneamento de feridas cutâneas virtuais	Estudo Quantitativo	A blenda polimérica Alg-Gel + PRP, como proposta de biocurativo demonstrou-se uma alternativa promissora do ponto de vista químico, biológico e tecnológico.
Freitas (2018)	Avaliação da cicatrização de feridas por hidrogel contendo extrato seco padronizado de <i>hyptis pectinata</i> .	Estudo de caso	As lesões tratadas com HP5 no tempo de 3 dias obtiveram uma redução significativa do tempo de cicatrização.

Fonte: Autores (2022).

Atualmente um dos maiores desafios da medicina moderna é o desenvolvimento de um tratamento eficaz para lesões de pele, tanto que a gestão de feridas é um dos maiores gastos no orçamento destinado à saúde, tendo em vista que os pacientes normalmente necessitam de tratamentos prolongados. Pesquisas indicam que nos EUA, por exemplo, o tratamento com feridas cutâneas chegará ao valor de 22,4 bilhões de dólares em 2024 e que essas lesões, além disso, podem ocasionar danos físicos, mecânicos e térmicos, provocando desordens fisiológicas e alterando funções (Locilento, 2018).

Diante desse elevado custo, se intensificam as pesquisas para desenvolver curativos que sejam eficazes na cicatrização, evitando as infecções e reduzindo o tempo de cicatrização. Esse curativo deve priorizar a propriedade mecânica para remover exsudatos e permitir a troca de gases, bem como a ação de uma barreira contra microorganismos que liberem mediadores de cicatrização e antibacterianos de acordo com o grau da ferida (Silva, et al., 2018). Os curativos de ferida de boa qualidade devem ter propriedades excepcionais para uso, como ser capaz de remover exsudatos de feridas em excesso, ter desidratação rápida e fornecer permeabilidade ideal de vapor de água (Hasatsri, et al., 2018).

Dentre as alternativas que vem sendo estudadas com o eficiente para a cicatrização de feridas cutâneas, tem-se usado os polímeros. Os polímeros são materiais com vantagens frente aos curativos comuns, pelo fato de que retém umidade, e evitam a penetração de agentes tóxicos, elevando a qualidade do tratamento (Hosseini; Nabid, 2020).

Para Freitas (2018) dentre os curativos biomecnológicos, os hidrogéis se apresentam como redes poliméricas capazes de absorver grande quantidade de água e diferentes fluidos biológicos que contenham grande quantidade de água. Por apresentarem propriedades físicas semelhantes às dos tecidos vivos e características como biocompatibilidade e hidrodilifidade, além de serem biodegradáveis e isentos de toxicidade; são empregados como biomateriais.

Reiterando essas vantagens Chen, et al (2020) realizando estudo com polímeros do tipo PDA-PADMS-FGF identificaram o aceleração da cicatrização de feridas e melhora no arranjo de colágeno e na neovascularização. Em conclusão, o PDA-PADMS-FGF tem um bom potencial e perspectiva de aplicação como material de matriz para reparo de feridas.

Os polímeros podem ser utilizados na forma de filmes, espumas, hidrogéis, hidrocoloides, scaffolds, hidrofibras e são classificados em naturais ou sintéticos, podendo ser desenvolvidos em laboratório para obtenção de melhores propriedades mecânicas, compatibilidade, biodegradabilidade, imunogenicidade (Fahimirad; Ajalloueian, 2019).

Corroborando com os autores acima Duarte (2018) atesta que o uso desses polímeros vem sendo o desafio para o tratamento de feridas, pois a tentativa dos pesquisadores em buscar um curativo ideal tem sido grande. Porém, já existem diversas possibilidades de baixo custo, e fácil elaboração que veem acelerando o processo de reparação celular, regenerando as feridas.

Em outro estudo realizado com camundongos por Notodihardjo, et al (2020) substitutos dérmicos foram impregnados com bFGF e implantados em feridas de espessura total. As feridas foram avaliadas nos dias 7, 14 e 21 após a implantação. O estudo in vitro mostrou que bFGF está fortemente ligado a Integra, seguido por Pelnac Gplus e Terudermis. O estudo in vivo mostrou que fibroblastos e capilares se infiltraram no Pelnac Gplus, mas não no Integra ou Terudermis. Além disso, epitélio longo e tecido de granulação amplo foram formados no grupo Pelnac Gplus com bFGF. A Terudermis com bFGF tiveram mais capilares do que os outros grupos, mas apenas na base da ferida. A combinação de Pelnac Gplus com bFGF pode ser uma nova abordagem para o tratamento de defeitos de pele de espessura total ou úlceras cutâneas crônicas.

Assim conforme apontam ou Q et al, (2021) a combinação de antioxidantes naturais em curativos de hidrogel é uma terapia promissora para a cicatrização de feridas. Sobre isso também, Milka Lie et al (2021) em uma avaliação macroscópica demonstraram uma maior contração das feridas tratadas com as membranas em relação ao controle. A análise microscópica revelou que a maioria das feridas estava em grau avançado de cicatrização com predominância de colágeno maduro em todos os grupos.

Assim, percebe-se conforme aponta Ribeiro (2021) que a utilização de polímeros no âmbito da medicina regenerativa e da engenharia tecidual, têm demonstrado grande eficácia terapêutica no tratamento de úlceras cutâneas de difícil cicatrização, com ampla capacidade de estimulação do processo regenerativo tecidual, Sendo, portanto, necessário, para que isso ocorra estudos contínuos sobre a incorporação estrutural, anatômica e fisiológicas que os materiais polímeros são capazes de promover no tratamento das feridas.

Conclui-se, portanto, de acordo com Ricardo, et al., (2020) que as membranas de polímero possuem boa aplicabilidade para as lesões, principalmente as que acometem a derme de maneira profunda, sendo necessário prosseguir com as pesquisas para que a população possa ser beneficiada.

#### **4. Considerações Finais**

O campo de produtos à base de polímeros vem progredindo muito, o revestimento feito de polímeros tornou-se mostram auxiliar na cicatrização de feridas devido às suas características como alta porosidade, estimulação da epitelização, alta capacidade de absorção, permitem a troca gasosa, eficiência mecânica, proporcionam um ambiente úmido. Esses filmes terapêuticos também permitem a incorporação de ingredientes ativos como extratos vegetais, antibióticos, vitaminas, antioxidantes, entre outros, podem acelerar o processo de cicatrização, promover a regeneração vascular e restaurar as funções tecidos normais. A cicatrização de feridas, especialmente feridas crônicas, é um processo multifásico multifacetado, multifacetado e altamente complexo. Ao combinar as boas propriedades dos materiais poliméricos nos tratamentos é possível avançar a eficácia para o fechamento dessas feridas.

Diante do que foi estudado, propõe-se que esse trabalho possa servir de instrumentos acadêmicos para futuros trabalhos relacionados a essa temática. Sugerem-se para tantas pesquisas futuras, abordagens quanto aos efeitos toxicológicos em processo de cicatrização prolongada. Mais estudos são necessários por ser um assunto relevante à saúde pública.

#### **Agradecimentos**

À Faculdade de Medicina de Olinda e ao Programa de Desenvolvimento Institucional de Iniciação Científica - PRODIIC, pelo apoio na construção do projeto.

## Referências

- Chen, L., Ma, J., Chen, Y., Huang, C., Zheng, Z., Gao, Y., Jiang, Z., Wei, X., Peng, Y., Yu, S., & Yang, L. (2022). *Polydopamine modified acellular dermal matrix sponge scaffold loaded with a-FGF: Promoting wound healing of autologous skin grafts*. *Biomaterials advances*, 136, 212790. <https://doi.org/10.1016/j.bioadv.2022.212790>.
- Crossetti, M. (2012). *Revisión integrativa de la investigación en enfermería, el rigor científico que se le exige*. *Rev. Gaúcha Enferm.* June; 33(2): 10-11. <https://doi.org/10.1590/S1983-14472012000200002>
- Duarte, L. C. (2018). *Desenvolvimento de película biocompatível para cicatrização de feridas*. Universidade Federal da Grande Dourados. (60). Online. ISSN:6023 <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/504>
- Beyond the Wound Edge: Periwound and Regional Skin Integrity. (2022). *Advances in skin & wound care*, 35(10), 527. <https://doi.org/10.1097/01.ASW.0000872324.54156.d8>.
- Freitas, A. L. (2018). *Avaliação da cicatrização de feridas por hidrogel contendo extrato seco padronizado de Hyptis pectinata (L.) em ratos*. 36 (24):255. <http://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/8563>
- Fahimrad, S., & Ajallouei, F. (2019). *Naturally-derived electrospun wound dressings for target delivery of bio-active agents*. *International journal of pharmaceutics*, 566, 307–328. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2019.05.053>
- Guirao G. S. J. A. (2015). *Utilidad y tipos de revisión de literatura*. *Ene*, 9(2) <https://dx.doi.org/10.4321/S1988-348X2015000200002>
- 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 delivery applications*. *International Journal of Biological Macromolecules*, (163) Online. ISSN:336-347. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.06.252>
- Hasatsri, S., Pitiratanaworanat, A., Swangwit, S., et al. (2018). *Comparação das propriedades morfológicas e físicas de diferentes pensos absorventes para feridas*. *Pesquisa e Prática em Dermatologia*. 9: 9367034 <https://doi.org/10.1155/2018/9367034>
- Lipový, B., & Forostyák, S. (2020). *Efficacy and safety of newly developed biologic material based on the amniotic membrane in acute burns management*. *Burns : journal of the International Society for Burn Injuries*, 46(3), 743–745. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2019.12.020>
- Leask, K. (2022). *Skin and Wound Care: Challenges and Opportunities*. *Advances in Skin & Wound Care: September 2022 - Volume 35 - Issue 9 - p 471-472*. 10.1097/01. <https://doi.org/10.1097/01.RVI.0000124949.24134.CF>
- Locilento, D. A. (2018). *Produção e caracterização de mantas de nanofibras poliméricas eletrofiadas contendo proantocianidinas e sua potencial aplicação no tratamento de lesões cutâneas*. 45 (8) 25-58 [doi.org/2019-05-24T19:51:39Z](https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.05.24T19:51:39Z) <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11437>
- 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) Online. ISSN: 1547–1555. <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11437>
- Ou, Q., Zhang, S., Fu, C., Yu, L., Xin, P., Gu, Z., Cao, Z., Wu, J., & Wang, Y. (2021). *More natural more better: triple natural anti-oxidant puerarin/ferulic acid/polydopamine incorporated hydrogel for wound healing*. *J Nanobiotechnology*. Aug 11;19(1) 10.1186/s12951-021-00973-7
- Ribeiro, C. P. E. (2021). *Estabelecimento de um processo biotecnológico com emprego de manufatura aditiva para produção de biocurativos poliméricos associados a plasma rico em plaquetas (PRP) definidas morfológicamente a partir de escaneamento de feridas cutâneas virtuais*. 46(3):743-745. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/216586>
- 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; 58:81-94. <https://doi.org/10.1159/000454919>
- Silva, V., et al (2018). *Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of phenolic compounds extracted from wine industry by-products*. *Food control*, v. 92, p. 516-522. [doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.05.031](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.05.031)
- Takejima, M. L., et al (2021). *Vegetable cellulose nanofiber dressing aids in the healing process of third-degree burns? Study on rats*. *Abcd. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo) [online]*, 34(2), 1579-1586. [//doi.org/10.1590/0102-672020210002e1586](https://doi.org/10.1590/0102-672020210002e1586)
- Venegas-Cervera, G. A., et al. (2021). *Biocompatibility studies of polyurethane electrospun membranes based on arginine as chain extender*. *J Mater Sci Mater Med ; 32(9): 104*. 10.1007/s10856-021-06581-z
- Zhong, Y., Xiao, H., Seidi, F., & Jin, Y (2020). *Natural polymer-based antimicrobial hydrogels without synthetic antibiotics as wound dressings*. *Biomacromolecules*, 21, 2983–3006. 2020. [//doi.org/10.1021/acs.biomac.0c00760](https://doi.org/10.1021/acs.biomac.0c00760)
- Wang, L., Du, L., Wang, M., Wang, X., Tian, S., Chen, Y., Wang, X., Zhang, J., Nie, J., Ma, G. (2022). *Chitosan for constructing stable polymer-inorganic suspensions and multifunctional membranes for wound healing*. *Carbohydr Polym*; 285, 119-209. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119209>