

A APLICAÇÃO DE BIOMATERIAIS NO TRATAMENTO DE FERIDAS CUTÂNEAS: UMA REVISÃO NARRATIVA

Maria Beatriz Godoy Silva Sampaio, mestranda em Design, Tecnologia e Inovação

mariabeatriz.sampaio1@gmail.com

Bruno Guedes Fonseca, doutor em Ciências e Biotecnologia Industrial

Centro Universitário Teresa D'Ávila - Lorena SP

RESUMO

A aplicação de bioprodutos no desenvolvimento de estruturas curativas para uso tópico vem sendo considerada uma alternativa vantajosa e sustentável para a substituição de modelos já utilizados no tratamento e proteção de feridas cutâneas, principalmente os poliméricos, que são materiais de fácil manuseio e que possuem alta disponibilidade e baixa toxicidade, além de permitirem modificações em seu arranjo para a incorporação de substâncias. Sabendo que a pele é de extrema importância ao organismo e que o tratamento de feridas requer um processo cuidadoso, o objetivo deste trabalho se dá na análise e discussão narrativa de diferentes estudos, práticos e bibliográficos, dos últimos cinco anos, sobre a aplicação de três diferentes tipos de biomateriais em processos de cicatrização, a fim de justificar o motivo pelo qual o tema se tornou alvo do projeto de pesquisa desenvolvido para o Programa de Mestrado Profissional do UNIFATEA, como requisito essencial para obtenção do título, onde o foco é justamente voltado para o desenvolvimento e caracterização de um biocurativo que possa melhorar o aspecto da lesão, reduzir o risco de complicações e melhorar a qualidade de vida dos pacientes acometidos com feridas de difícil cicatrização. Os resultados aqui apresentados mostram como os biomateriais evoluíram e atualmente vêm sendo considerados dispositivos seguros, acessíveis e eficazes no desenvolvimento de novos métodos curativos devido as suas propriedades, trazendo respostas satisfatórias quando comparados a outros métodos comuns.

Palavras-chave: Biomaterial. Curativo. Feridas. Cicatrização.

1. INTRODUÇÃO

A pele reveste inteiramente o corpo humano e desempenha um papel fundamental na manutenção da homeostase e proteção do organismo, pois atua como a primeira barreira física contra agentes extrínsecos e patogênicos, o que a torna suscetível a constantes agressões. É composta por duas principais camadas: a epiderme e a derme. A epiderme é a camada mais superficial onde estão presentes os queratinócitos, que auxiliam na hidratação, e as células que dão cor à pele, os melanócitos. A derme, por outro lado, se constitui de fibras de colágeno e elastina provenientes dos fibroblastos, principal responsável pela cicatrização, e uma grande quantidade de terminações nervosas que promovem as percepções sensoriais. E, abaixo dessas camadas, se encontra o tecido subcutâneo, cuja função é armazenar gordura, atuando como reservatório energético, isolante térmico e na proteção contra impactos (Bedoya, 2019).

Uma ferida pode ser definida como qualquer lesão que interfere na integridade e funcionalidade da pele. Inicia-se por um trauma que atinge as suas camadas e pode acontecer por agentes físicos, biológicos ou químicos onde, ao comprometê-la, promove modificação de sua estrutura, causando uma ruptura de suas fibras, o que desencadeará no processo de cicatrização para levar a cura (Chibante; Santo; Santos, 2015). Esse processo acontece por meio de uma cascata de eventos complexos que visa a reparação do tecido lesionado por um novo onde, através de mecanismos bioquímicos, se tem vários processos ocorrendo de forma ordenada e conjunta, como a regeneração e ação de células, a formação de tecido granuloso e a reconstrução tecidual, com o objetivo de favorecer a formação de cicatriz e a restauração integral da função da pele (Garbui et al., 2018).

Os biomateriais são utilizados há anos para solucionar problemas relacionados à saúde. Os primeiros relatos de seu uso se deram por próteses oculares de vidro e implantes dentários de ouro e madeira. Atualmente, conforme os avanços científicos, os biomateriais estão sendo amplamente aplicados na engenharia de tecidos e na liberação controlada de fármacos, compondo muitos dos elementos utilizados recorrentemente na área biomédica, como os curativos, implantes e válvulas, mantendo contato direto com os sistemas biológicos. Inicialmente, utilizava-se materiais que bastavam apresentar boa biocompatibilidade, contudo, hoje são feitas análises que determinam aspectos químicos, físicos, mecânicos e biológicos para que se consiga selecionar aquele que irá atuar de maneira específica no tratamento de determinado tipo de lesão por meio de estímulos à nível celular (Bueno et al., 2015).

Os curativos podem ser definidos como um mecanismo terapêutico de aplicação tópica com diversas funções sobre a ferida, agindo na limpeza, proteção e absorção de fluídos

locais, com o intuito de melhorar as condições do microambiente e contribuir com a cicatrização. No entanto e, ainda que no mercado se tenham diferentes modelos, a grande maioria deles não apresenta propriedades suficientes para tratar cada tipo de lesão, havendo a necessidade de que sejam utilizados juntamente a outros compostos farmacológicos para que se consiga um resultado satisfatório. Nesse sentido, a busca por incorporar produtos na sua própria estrutura tem chamado a atenção de forma positiva, uma vez que isso tende a facilitar a terapia, tornando-a mais eficiente (Sousa, 2016).

Nesse sentido, sabendo que o tratamento de feridas é um processo delicado e que afeta diretamente a fisiologia da pele, o desenvolvimento de biomateriais para a medicina regenerativa vem como uma proposta alternativa para auxiliar do reparo e cicatrização tecidual, sendo que entre as diversas matérias-primas disponíveis para obtê-los, a classe dos polímeros se destaca por sua alta disponibilidade, processabilidade e biocompatibilidade. Podem ser de origem natural ou sintética e, embora a última apresente maior estabilidade, os polímeros naturais, encontrados em uma variedade de plantas e animais, são vistos como mais seguros para aplicabilidade em materiais voltados para o cuidado humano, devido a sua estrutura que possui similaridade com os componentes da matriz extracelular, reduzindo assim a toxicidade e o risco de reações imunológicas (Pires; Bierhalz; Moraes, 2015).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo se dá em apresentar evidências sobre a aplicação de alguns biomateriais no processo de cicatrização de feridas, a fim de reaver a qualidade de vida dos afetados e ser uma possibilidade de tratamento promissora e inovadora na área, uma vez que os sistemas que vêm sendo aplicados possuem, em sua maioria, custo baixo de produção, alta transparência, flexibilidade e resistência, exigem menos trocas diárias e podem ser incorporados com ativos, o que permite uma terapêutica segura, funcional e mais confortável, reduzindo também o risco de complicações e infecções locais. Vale ressaltar que este trabalho mantém relação com o projeto de pesquisa que está sendo desenvolvido no programa de Mestrado em Design, Tecnologia e Inovação do UNIFATEA, o qual se baseia justamente no desenvolvimento e análise laboratorial de um biocurativo.

2. MÉTODO

Trata-se de uma revisão narrativa, que tem como princípio a análise de trabalhos científicos atuais, bem como de seus resultados e reflexões, para reunir e condensar o conhecimento sobre determinada área e destacar a importância de novas pesquisas no campo, objetivando encontrar fundamentações consolidadas que sejam úteis para responder seus

próprios anseios de pesquisa (Fernandes; Vieira; Castelhana, 2023). Para tal, realizou-se uma busca qualitativa nas bases de dados do Periódicos Capes, Lilacs, Google Scholar e Scielo, considerando a literatura publicada entre os anos de 2019 a 2024 nos idiomas português e inglês. Como descritores foram utilizadas as palavras “biomaterial”, “polímero”, “curativo”, “ferida” e “cicatrização” em diferentes arranjos, sendo selecionados pelo critério de inclusão aqueles trabalhos que mantêm relação com o tema proposto e se apresentam em formato de artigo, estando disponíveis de forma integral e gratuita nas plataformas utilizadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Visando encontrar publicações que fossem mais direcionadas ao tema e ao objetivo deste estudo, foi determinada a utilização em trio e mista das principais palavras-chave relacionados à ele para se aplicar na busca. A Tabela 1 apresenta a quantidade de trabalhos encontrados conforme a ordem dos descritores empregados.

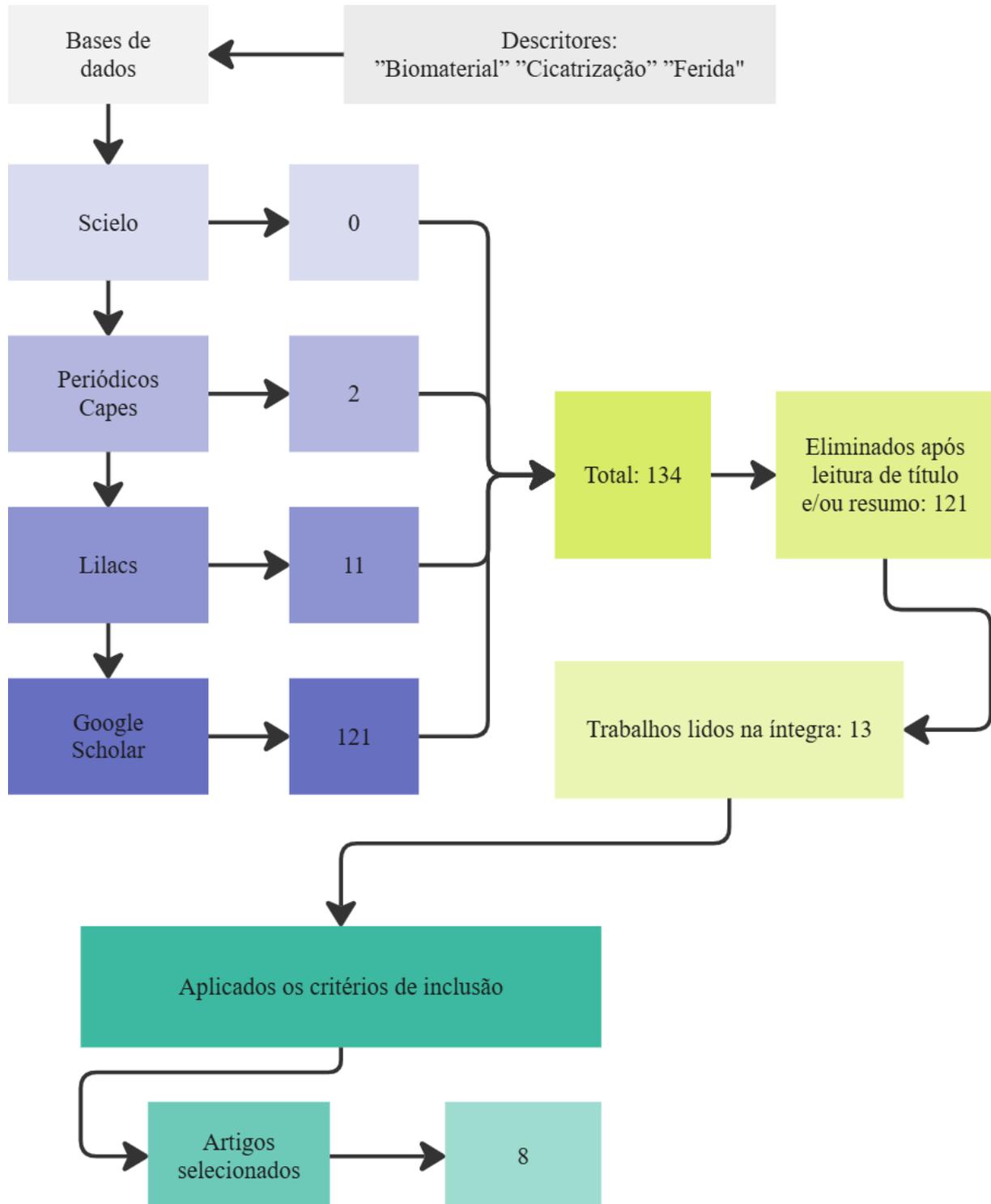
Tabela 1. Relação entre os descritores e o número total de trabalhos publicados.

Palavras-chave	Trabalhos encontrados
“Polímero” “Biomaterial” “Cicatrização”	57
”Polímero” ”Biomaterial” ”Curativo”	20
“Biomaterial” “Polímero” “Ferida”	22
“Polímero”, ”Cicatrização” ”Curativo”	48
“Biomaterial” “Cicatrização” “Ferida”	134
“Ferida” “Cicatrização” “Polímero”	62
”Biomaterial” ”Cicatrização” ”Curativo”	89

Fonte: dos autores.

A busca estratégica trouxe como retorno um total de 432 trabalhos, contudo não foram quantificados aqueles que se repetiam, embora tenha se observado que tal fato ocorreu. Percebeu-se também que, ao utilizar conjuntamente os termos “Biomaterial”, “Cicatrização” e “Ferida”, teve-se como resultado uma amostra maior de publicações, fazendo-se interessante a escolha desse arranjo para aplicação e discussão neste estudo. A Figura 1 mostra a quantidade de trabalhos presente em cada uma das bases de dados utilizadas onde, após a aplicação dos critérios de elegibilidade, restaram 8 artigos para compor esta revisão.

Figura 1. Distribuição em fluxograma dos trabalhos encontrados nas bases de dados.



Fonte: dos autores.

Os estudos inclusos e considerados relevantes perante a utilização de biomateriais em feridas estão listados no Quadro 1, identificados pelo seu título, autor e ano da publicação.

Quadro 1. Artigos selecionados conforme o tema proposto, publicados entre 2019 e 2024.

Título		Autor(es)
A1	Vegetable cellulose nanofiber dressing aids in the healing process of third-degree burns? Study on rats.	Takejima et al., 2021
A2	Uso de pele de tilápia como tratamento para pacientes queimados em adultos, crianças e animais: uma revisão integrativa	Rivas et al., 2022
A3	Aplicação de curativos de celulose bacteriana na cicatrização de feridas crônicas e complexas: tendências e perspectivas	Palácio et al., 2024
A4	Chitosan-based nitric oxide-releasing dressing for anti-biofilm and in vivo healing activities in MRSA biofilm-infected wounds	Choi et al., 2020
A5	Tratamento de queimaduras de segundo grau profundo em abdômen, coxas e genitália: uso da pele de tilápia como um xenoenxerto	Lima et al., 2020
A6	Avaliação do Potencial de Cicatrização in vivo de Membranas de Quitosana / <i>Cissus verticillata</i> (L.)	Oliveira et al., 2021
A7	Nile tilapia skin xenograft versus silver-based hydrofiber dressing in the treatment of second-degree burns in adults	Miranda e Brandt, 2019
A8	The use of bacterial nanocellulose as wound healing dressing: a scoping review	Pittella et al, 2022

Fonte: dos autores.

As plantas e alguns animais possuem em sua composição estrutural polímeros que apresentam utilidade para a indústria de biomateriais, como é o caso dos polissacarídeos, que possuem propriedades filmogênicas e por isso estão sendo amplamente aplicados na formulação de curativos dérmicos e géis, como é o caso da celulose e da quitosana (Farias, et al., 2016). Esses materiais podem também ser usados na forma de espumas, hidrocloides e fibras, apresentando algumas vantagens em relação aos curativos tradicionais, como a promoção de fatores de crescimento, que irão melhorar a cicatrização e diminuir o tempo de tratamento, retenção de umidade ou a criação de um ambiente úmido com troca gasosa apropriada, além de formarem uma barreira física contra a penetração de agentes tóxicos e nocivos, elevando a qualidade da terapia (Barros; Lima; Bunhak, 2022).

Segundo Takejima et al. (2021) existem diversos materiais disponíveis no mercado e que já vêm sendo aplicados no tratamento de feridas e queimaduras. Em seu estudo foi objetivado analisar a eficácia clínica de uma membrana de celulose vegetal (Grupo A) quando

comparada a uma de celulose bacteriana comercial (Membracel® - Grupo B) e a um curativo simples com gaze (Grupo controle) em queimaduras de 3º grau provocadas com água fervente em 33 ratos. Os resultados mostraram que após a retirada do curativo houve sangramento na ferida do grupo controle, o que não ocorreu com os grupos tratados com as membranas de celulose que, portanto, protegeu o leito da ferida. A análise microscópica mostrou um elevado grau de cicatrização com predomínio de colágeno em todos os grupos, porém houve uma contração superior das feridas tratadas com as membranas em relação ao grupo controle. Assim sendo, ambas apresentaram bons resultados, o que comprova sua eficácia.

A celulose vegetal está presente de forma abundante na natureza sendo o principal componente da parede celular de plantas e geralmente está associada a outros biopolímeros, como a lignina e a hemicelulose. Essa estrutura emaranhada pode dificultar a extração da celulose, se fazendo necessário o uso de substâncias químicas prejudiciais ao ambiente, o que aumenta os custos e o tempo de seu processamento, reduzindo assim, o seu leque de aplicações e limitando o seu uso na área biomédica (Duarte et al., 2019). Por outro lado, a celulose bacteriana (CB) surge como uma alternativa favorável, sendo superior em aspectos de cristalinidade e uniformidade, com alta compatibilidade com tecidos vivos, além de ser flexível, estável, resistente a tração e com a capacidade de prevenir infecções em lesões, pois atua impedindo o crescimento de micro-organismos. Sua estrutura tridimensional facilita a fixação e a proliferação celular para formar o tecido novo (Bedoya, 2019).

Para que um curativo seja considerado efetivo, é necessário que a sua produção seja financeiramente e tecnicamente viável, além de que, na sua composição, preferencialmente deve-se ter matérias-primas de baixo custo, fácil manuseio e armazenamento e que sejam estáveis por períodos extensos de prateleira. Já quanto às suas características físico-químicas, esses devem possuir uma boa biocompatibilidade e aderência ao tecido que irá interagir, flexibilidade, resistência a tração, além de ser ideal que aja na dor local e na manutenção do ambiente úmido e livre de microorganismos infecciosos, permitindo também que as trocas gasosas ocorram. Os curativos baseados em CB apresentam tais características e possuem a versatilidade para sofrer modificações funcionais em sua matriz, o que os categoriza como promissores, especialmente para lesões de difícil cicatrização, como é o caso das úlceras de pressão e demais feridas crônicas e complexas (Palácio et al., 2024).

Conforme exposto por Pittella et al. (2022) as feridas podem ser distinguidas entre agudas e crônicas, sendo que a primeira ocorre de forma repentina devido a algum acidente e geralmente cicatriza em um curto período de dias, enquanto as demais permanecem em um

processo de cicatrização que não conseguiu prosseguir para um reparo ordenado e satisfatório dentro de um período de meses ou até anos. Isso pode estar relacionado a vários fatores como diabetes mellitus, comprometimento vascular ou alterações nutricionais, requerendo assim um cuidado especializado e avaliação contínua. Em seu estudo, foi analisada a aplicação de curativos de nanocelulose bacteriana em feridas de diferentes tipos, o que permitiu evidenciar que esse material tem a capacidade de reduzir a dor e os níveis de infecção e inflamação locais, especialmente ao ser incorporado com outros ativos, bem como o tamanho e o tempo de cicatrização da lesão por um custo reduzido quando comparado a outros métodos.

Outro polímero muito versátil e interessante para o tratamento de feridas é a quitosana, extraída da carapaça de crustáceos, como os caranguejos, camarões e lagostas, podendo também ser encontrada em alguns insetos e moluscos. Sua estrutura semicristalina se apresenta muito bem-organizada linearmente e possui alta hidrofobicidade (Barros; Lima; Bunhak, 2022). Tal fato permite que ela tenha a habilidade de se ligar a outras moléculas (lipídeos, proteínas, íons, etc.) com mais facilidade, o que aumenta o seu leque de aplicações na área de biomateriais para a saúde, principalmente naqueles que visam melhorar a dor e inibir o crescimento de micro-organismos, uma vez que possui ação analgésica e bactericida, além de favorecer a síntese de colágeno pelos fibroblastos (Genesi, 2015).

No estudo realizado por Choi et al. (2020) foram produzidos filmes de quitosana pura e quitosana acrescida com *S nitrosoglutationa*, sendo ambos aplicados em feridas infectadas por *Staphylococcus aureus* resistente em ratos diabéticos. Ao final, foi observado que os dois filmes apresentaram uma melhora significativa nas feridas, embora aquele acrescido do ativo químico tenha se destacado quanto a diminuição do edema inflamatório e a promoção da reepitelização e produção de colágeno. Isso corrobora com o fato de que o acréscimo de substâncias farmacológicas nesses materiais torna a performance e os resultados ainda mais positivos. Se tratando da quitosana, a mesma apresenta vantagens nesse quesito, pois possui uma alta permeabilidade e transparência, facilitando o monitoramento da evolução da lesão, além de não permitir a desidratação local e manter a área livre de exsudato.

Em outro trabalho de caráter laboratorial, Oliveira et al. (2021) produziu e avaliou o potencial de cicatrização da membrana de quitosana incorporada ou não com extrato vegetal em diferentes concentrações em ratos durante os períodos pré-estabelecidos de 7, 15 e 30 dias. Os animais foram divididos em quatro grupos sendo: (A) Controle, (B) MQ, (C) MQ 5% e (D) MQ 20%; e realizou-se a incisão de uma parte de sua pele. Os resultados da pesquisa mostraram que em ambos os tempos as feridas cirúrgicas se apresentaram com boa evolução,

sem sinais de infecção, edema ou secreção em todos os grupos. Com isso, denota-se que todas as membranas desempenharam significativa ação no processo de reparação tecidual, seja estimulando ou inibindo eventos biológicos. Contudo, destaca-se a MQ 20% que apresentou cicatrização completa no tempo mínimo de 7 dias, infiltrado inflamatório leve/moderado, no mesmo período, fibroblastos estimulados prematuramente e de forma contínua, colaborando assim para uma formação expressiva e maturação das fibras colagenosas.

As abordagens experimentais para o aprimoramento de tecidos vêm sendo exploradas para melhorar o sucesso da substituição da pele, onde podem ser projetados materiais utilizando de diversas fontes para serem aplicados como enxertos, como é o caso da pele de tilápia. Esse material tem sido alvo de pesquisas na aplicação em queimaduras, que são ferimentos mais complexos e que exigem um cuidado mais especializado. A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é um dos peixes mais cultivados no Brasil e no mundo. Além da sua ampla disponibilidade, sua pele constitui um produto que costuma ser descartado na maioria dos casos, mas que em estudos demonstrou uma composição não infecciosa, resistente a umidade e com estrutura semelhante à pele humana, inclusive com elevada quantidade de fibras de colágeno tipo 1, e que pode durar até 10 dias como um curativo e se desprender facilmente depois, tornando-a interessante na reconstituição tecidual (Rivas et al., 2022).

No relato de caso de uma paciente de 18 anos, sexo feminino e sem comorbidades, admitida em unidade de queimaduras após lesão térmica por contato direto com chamas, Lima et al. (2020) aborda a aplicação direta da pele de tilápia nos ferimentos, com sobreposição de 1 cm entre as bordas para garantir que não ficassem partes descobertas após a movimentação da paciente, e durante um período de 16 dias, tempo esse necessário para que se obtivesse a reepitelização das regiões afetadas, com ausência de efeitos colaterais, o que permitiu chegar a conclusão sobre a efetividade do biomaterial como um xenoenxerto, flexível e aderente e com capacidade de conservar a umidade local e não permitir o depósito de microorganismos, além de necessitar de menos trocas diárias, o que torna a terapêutica menos dolorosa e mais confortável ao paciente acometido.

Um outro estudo prático realizado por Miranda e Brandt (2019), não objetivou apenas avaliar a evolução da ferida por queimadura tratada com a pele de tilápia, como fez uma comparação direta com queimaduras tratadas de maneira tradicional. Para isso, selecionou-se um grupo de 30 queimados com idade entre 20 e 60 anos, sem comorbidades significativas e com ferimentos de segundo grau acometendo até 10% de sua superfície corporal após 72 horas do incidente, sem tratamento prévio. Esses foram divididos em 2 grupos: (A) utilizou

Aquagel AG® (hidrofibra com prata) e (B) utilizou pele de tilápia estéril. Ao final do estudo, verificou-se que a reepitelização foi efetiva em ambas as aplicações, porém um pouco mais rápida e completa quando utilizado o biomaterial, onde os pacientes alegaram também sentir menos dor, já que houve uma menor troca de curativos, concluindo assim que o mesmo foi superior nos parâmetros analisados, tornando o tratamento mais agradável.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os biomateriais estão sendo continuamente desenvolvidos e modificados para criar produtos mais específicos e eficazes na promoção do crescimento celular e da regeneração tecidual. Portanto, sabendo que o tratamento de feridas é um processo complicado e que requer cautela, principalmente quando se trata das mais complexas e de difícil cicatrização, que podem causar sequelas comprometedoras, a higienização e a proteção do local afetado é uma etapa importante para se evitar a proliferação de microorganismos infecciosos que possam agravar o quadro. Desse modo, ao se utilizar de métodos terapêuticos especializados, o objetivo maior se dá em conceder o fechamento rápido da lesão, a fim de não interferir na qualidade de vida da vítima. Contudo, algumas feridas se tornam resistentes a diversos tipos de tratamentos e predispõem a condições que tornam o processo de cicatrização mais lento e com riscos de não ocorrer de forma ideal, fazendo com que seja importante a busca recorrente por novos materiais que irão auxiliar para que esse aconteça satisfatoriamente.

Sabe-se que normalmente os curativos que são utilizados para o tratamento de lesões cutâneas são os oclusivos, que possuem uma estrutura espessa e que impede a passagem de secreções da ferida ou, então, os úmidos, que são feitos com gazes embebidas em solução fisiológica e que precisam de muitas trocas diárias, o que torna a terapêutica desconfortável. Comparado a isso, para que um curativo seja considerado como ideal, é necessário que o mesmo possua boas propriedades mecânicas, consiga aliviar dores locais e acelerar o processo de cicatrização inibindo o crescimento bacteriano, não gere resíduos ou provoque alergias, mantenha a área úmida e permita as trocas gasosas e a drenagem de exsudato, possibilitando também a visualização da lesão e controle de sua evolução sem correr o risco de contaminá-la. Nesse sentido, a engenharia de tecidos cutâneos utilizando biomateriais torna-se uma área de destaque no tratamento de feridas. Os esforços da pesquisa em andamento visam explorar um novo modelo de curativo constituído de agentes naturais para ser aplicado de forma tópica a fim de melhorar o aspecto e acelerar o processo de cicatrização de feridas.

REFERÊNCIAS

- BARROS, C.F. de; LIMA, I.A. de; BUNHAK, E.J. Filmes poliméricos no manejo de feridas: uma revisão. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 11, n. 6, p. 1-9, 2022.
- BEDOYA, José Gregorio Martín. **Biomaterial a base de celulose bacteriana com aplicação na regeneração de tecido cutâneo**. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biotecnologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2019.
- BUENO, C.Z.; VEIGA, I.G.; SACCHETIN, P.S.C.; BELLINI, M.Z.; MORAES, A.M. Aplicação de polissacarídeos para a produção de curativos e outros biomateriais. In: SOUSA, H.C.; BRAGA, M.E.M.; SOSNIK, A. **Biomateriais aplicados ao desenvolvimento de sistemas terapêuticos avançados**. Coimbra, Cap. 2, p. 67-110, 2015.
- CHIBANTE, C.L.P.; SANTO, F.H.E.; SANTOS, T.D. Perfil de clientes hospitalizados com lesões cutâneas. **Revista Cubana de Enfermería**, 31(4), 2015.
- CHOI, M.; HASAN, N.; CAO, J.; LEE, J.; HLAING, S.P.; YOO, J. Chitosan-based nitric oxide-releasing dressing for anti-biofilm and in vivo healing activities in MRSA biofilm-infected wounds. **International Journal Of Biological Macromolecules**, [S.L.], v. 142, p. 680-692, 2019.
- DUARTE, E.B.; ANDRADE, F.K.; LIMA, H.L.S.; NASCIMENTO, E.S.; CARNEIRO, M.J.M.; BORGES, M.F.; LUZ, E.P.C.G.; CHAGAS, B.S.; ROSA, M.F. **Celulose Bacteriana: Propriedades, Meios Fermentativos e Aplicações**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2019.
- FARIAS, S.S.; SIQUEIRA, S.M.C.; CRISTINO, J.H.S.; ROCHA, J.M. Biopolímeros: uma alternativa para a promoção do desenvolvimento sustentável. **Revista Geonorte**, 7(26), p. 61-77, 2016.
- FERNANDES, J.M.B.; VIEIRA, L.T.; CASTELHANO, M.V.C. Revisão narrativa enquanto metodologia científica significativa: reflexões técnicas-formativas. **Redes - Revista Educacional da Sucesso**, Paraíba, v. 3, n. 1, p. 1-7, 2023.
- GARBUIO, D.C.; ZAMARIOLI, C.M.; SILVA, N.C.M.; OLIVEIRA-KUMAKURA, A.R.S.; CARVALHO, E.C. Instrumentos para avaliação da cicatrização de lesões de pele: revisão integrativa. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, 2018.
- GENESI, B.P. **Desenvolvimento de curativo a base de quitosana e gelatina contendo óleo de copaíba para tratamentos de queimados**. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Ciências de Materiais, Universidade Federal de São Paulo, Diadema, 2015.

- LIMA, E.M.; MORAES, M.O.; COSTA, B.A.; UCHÔA, A.M. do N.; MARTINS, C.B.; MORAES, M.E.A. de; ROCHA, M.B.S.; FECHINE, F.V. Tratamento de queimaduras de segundo grau profundo em abdômen, coxas e genitália: uso da pele de tilápia como um xenoenxerto. **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica**, [S.L.], v. 35, n. 2, p. 243-248, 2020.
- MIRANDA, M. J. B.; BRANDT, C. T. Nile tilapia skin xenograft versus silver-based hydrofiber dressing in the treatment of second-degree burns in adults. **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica**, 34(1), p. 79–85, 2019.
- OLIVEIRA, D.C.P.; FOOK, M.V.L.; LACERDA-SANTOS, R.; MEDEIROS, L.A.D. M. de; NASCIMENTO, G.J.F. do; PENHA, E.S.; ROSENDO, R.A. **Avaliação do Potencial de Cicatrização in vivo de Membranas de Quitosana / *Cissus verticillata* (L.)**. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Odontologia, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2021.
- PALÁCIO, S.B.; PENELLO, S.O.; MONTEIRO, C.T. da M.; MARCHETTI, R.C.H.; GRAEFF, A. de A.; PAIVA, M.J. de; MAHNKE, L.C.; PINTO, F.C.M.; TEIXEIRA, M.C. Aplicação de curativos de celulose bacteriana na cicatrização de feridas crônicas e complexas: tendências e perspectivas. **Research, Society And Development**, v. 13, n. 2, p. 1-21, 2024.
- PIRES, A.L.R.; BIERHALZ, A.C.K.; MORAES, A.M. Biomateriais: tipos, aplicações e mercado. **Química Nova**, 38(7), p. 957-971, 2015.
- PITTELLA, C.Q.P.; VITORIA, E.Ma.; MENDES, M.F.; COLI, T.C.; DELAGE, M.D.; XAVIER JUNIOR, G.F.; SANTOS, K.B; NASCIMENTO, T.C.. The use of bacterial nanocellulose as wound healing dressing: a scoping review. **Research Square Platform**, v. 1, p. 1-22, 2022.
- RIVAS, J.C.V.; ALVES JUNIOR, G.L.; SANTOS, J.A.; OLIVEIRA, R.C. de; PEREIRA, V.M.; ALVES, M.M.S.; CINTRA, B.B. Uso de pele de tilápia como tratamento para pacientes queimados em adultos, crianças e animais: uma revisão integrativa. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 11, n. 12, p. 1-9, 2022.
- SOUSA, M.A.O. **Avaliação de membranas utilizadas em tratamento de queimaduras**. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Ciência de Materiais, Universidade Federal de Mato Grosso, Barra do Garças, 2016.
- TAKEJIMA, M.L.; MAGALHÃES, M.A.B.; RIBAS FILHO, J.M.; TABUSHI, F.I.; BUFON, C.C.B.; CAMARGO, T.M.S.; MALUF, I.C.; MALAFAIA, O. Vegetable cellulose nanofiber dressing aids in the healing process of third-degree burns? Study on rats. **Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 1-8, jan. 2021.