

Biopelícula sustentável para regeneração celular e terapia de queimaduras

Sustainable biofilm for cell regeneration and burn therapy

Biopelícula sostenible para la regeneración celular y el tratamiento de quemaduras

DOI: 10.54901/educa.v9-565

Zilmar Timoteo Soares¹
James de Araújo Silva²
Aarão Felipe Ataídes Lima³
Jeam Nunes Moreira⁴
Luis Gustavo Neres Ferreira Soares⁵

RESUMO: O desenvolvimento de biomateriais sustentáveis para o tratamento de feridas representa uma alternativa promissora aos curativos convencionais. Neste estudo, foi desenvolvida e avaliada uma biopelícula biodegradável incorporada com óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.), visando investigar suas propriedades físico-químicas, mecânicas, antimicrobianas, cicatrizantes e sua viabilidade econômica. A biopelícula foi caracterizada quanto à resistência mecânica e submetida a ensaios microbiológicos contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, além de ensaio de migração celular (*scratch assay*) para avaliação do potencial cicatrizante. Os resultados demonstraram elevada resistência mecânica, expressiva atividade antimicrobiana, com maiores halos de inibição para *Staphylococcus aureus*, e aceleração significativa do fechamento da ferida *in vitro*, atingindo 95% após 72 horas, enquanto o grupo controle apresentou 73%. A análise econômica revelou redução superior a 80% no custo de produção em comparação aos curativos comerciais. Esses achados indicam que a biopelícula à base de óleo de buriti apresenta elevado potencial para aplicação como curativo bioativo sustentável, reunindo propriedades mecânicas, antimicrobianas e regenerativas que justificam a realização de estudos *in vivo* e ensaios clínicos para validação de sua aplicação biomédica.

Palavras-chave: biopelícula; óleo de buriti; cicatrização; biomaterial; atividade antimicrobiana; engenharia de tecidos.

¹ Doutor em Educação, Professor Associado II, Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Coordenador de Gestão de Projeto de Educação – CAPES, Imperatriz, Maranhão, Brasil.

E-mail: zilmar.soares@uemasul.edu.br

² Graduando em Medicina pela Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/FAPEMA), E-mail: james.silva@uemasul.edu.br

³ Médico, Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), São Luís, Maranhão, Brasil. E-mail: aaraofilipe@gmail.com

⁴ Graduando em Ciências Biológicas, Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Diretor da LAPA, Diretor de Inovação e Tecnologia do Programa Cientista Aprendiz, Imperatriz, Maranhão, Brasil. E-mail: Jeam.moreira@uemasul.edu.br

⁵ Graduando pelo Programa Cientista Aprendiz da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Programa PIBIC Jr, Escola Técnica Nova Dinâmica. E-mail: luisgusair155@gmail.com.br

1 INTRODUÇÃO

Cerca de um milhão de pessoas com queimaduras são registradas anualmente no país. Desse total, 10% procuram atendimento hospitalar, e aproximadamente 2.500 pacientes evoluem para óbito. Os acidentes com fogo representam a segunda principal causa de morte na infância, tanto no Brasil quanto nos Estados Unidos. Diante disso, o desenvolvimento em laboratório de substitutos de pele para uso como enxertos tem sido um relevante foco de pesquisa nos últimos 30 anos. Em diversos países, cientistas buscam criar uma forma de pele sintética que possa ser aplicada com eficácia em indivíduos com lesões graves.

No Brasil, destaca-se o trabalho realizado por uma equipe da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que demonstrou, por meio de testes laboratoriais, a eficácia de um substituto cutâneo tridimensional composto por uma substância extraída de uma árvore nativa brasileira: a copaibeira (*Copaifera langsdorffii*) (YUSUF, M. *et al.*, 2014).

A pele artificial é um novo modelo experimental que consiste em células humanas geneticamente modificadas. Diferente dos modelos animais, como os ratos, o modelo cutâneo sintético permite aos pesquisadores realizar alterações genéticas de forma relativamente rápida, fornecendo informações valiosas sobre os mecanismos de desenvolvimento e renovação da pele (Ilu Ye *et al.*, 2022).

Além disso, essa tecnologia permite simular e acompanhar a evolução de diversas doenças dermatológicas, não se limitando apenas ao câncer de pele. A semelhança com a pele humana torna mais preciso o teste de tratamentos, possibilitando uma transição mais segura para aplicações clínicas em seres humanos (Ilu Ye *et al.*, 2022).

Os métodos tradicionais de tratamento de queimaduras, como curativos e enxertos, muitas vezes não conseguem controlar adequadamente a resposta inflamatória, o que pode resultar em complicações como cicatrizes hipertróficas, infecções recorrentes e um processo de cicatrização prolongado.

Com os avanços da bioengenharia e da medicina regenerativa, surge a possibilidade de desenvolver peles artificiais que, além de estimularem a regeneração e oferecerem proteção contra microrganismos, também atuem na modulação da inflamação, mantendo-a em níveis ideais para a cicatrização sem causar danos adicionais. A incorporação de propriedades anti-inflamatórias diretamente no biomaterial pode reduzir a inflamação exacerbada e acelerar a regeneração tecidual, superando uma das maiores limitações dos tratamentos atuais.

Diante disso, levanta-se a seguinte questão:

Como projetar uma pele artificial (biopelícula) que, além de suas funções regenerativas e protetoras, seja capaz de modular a resposta inflamatória de forma eficiente, minimizando a inflamação excessiva e promovendo a cicatrização em pacientes com queimaduras graves?

Com base nisso, formulam-se as seguintes hipóteses:

Se forem empregados materiais como ácido hialurônico, albumina, hidrogéis, óleo de buriti, além de uma base de ácido acético a 5% com quitosana a 2% na formulação da pele artificial, então será possível modular a resposta inflamatória no local afetado, devido às propriedades hidratantes, regenerativas, anti-inflamatórias e antimicrobianas desses componentes.

É plausível que a utilização de agentes anti-inflamatórios e biomateriais com ação imunomoduladora seja de extrema importância para o protótipo, visto que esses compostos possuem capacidade de reduzir a atividade inflamatória e estimular a regeneração celular.

Ademais, a estrutura da pele artificial pode ser desenhada para mimetizar a arquitetura da matriz extracelular natural, criando um microambiente propício à migração e diferenciação celular, o que tende a diminuir a inflamação e acelerar o processo de cicatrização.

Assim, há uma forte possibilidade de que esses materiais ofereçam as propriedades ideais para o desenvolvimento de um filme biocompatível, justificando o direcionamento do projeto para a utilização desses componentes.

2 JUSTIFICATIVA

Queimaduras de segundo grau profundas e de terceiro grau representam um grande desafio para a medicina contemporânea, devido à complexidade do tratamento e ao impacto fisiológico nos pacientes. A regeneração da pele lesionada é lenta e estar suscetível a complicações, como infecções, formação de cicatrizes e perda funcional Beny, (2016). Por isso, o desenvolvimento de soluções que acelerem a cicatrização, reduza marcas e minimizem complicações é fundamental para o sistema de saúde.

Nesse contexto, a criação de uma biopelícula sustentável ou pele artificial voltada para a regeneração celular e o tratamento de queimaduras surge como uma alternativa promissora, ao imitar as propriedades da pele humana. Essa biopelícula poderá hidratar os tecidos, controlar infecções e estimular a cicatrização por meio da ação de componentes bioativos.

Além disso, a pele sintética oferece uma solução viável aos enxertos autólogos, nos quais uma porção de pele saudável é transplantada para a área afetada. Embora amplamente utilizado, esse método apresenta limitações significativas, como o risco de infecção, rejeição

imunológica e escassez de tecido doador. A biopelícula, por sua vez, evita esses obstáculos, promove a regeneração cutânea, acelera o processo de recuperação e melhora a qualidade de vida dos pacientes.

Outro ponto crucial é a questão do custo. Tratamentos convencionais, como enxertos autólogos ou substitutos dérmicos comerciais, são caros e muitas vezes inacessíveis à população.

A biopelícula, produzida com materiais de baixo custo e propriedades cicatrizantes e anti-inflamatórias, poderá atender essa demanda, contribuindo para a redução da sobrecarga no sistema público de saúde. Dessa forma, a produção de uma pele artificial regenerativa utilizando o óleo da *Mauritia flexuosa* (buriti) torna-se uma estratégia promissora para o avanço no tratamento de queimaduras graves. Por ser rico em vitamina A, betacaroteno, tocoferóis (vitamina E) e colágeno, o óleo de buriti oferece um substituto cutâneo eficaz, capaz de acelerar a cicatrização e proporcionar uma recuperação mais segura e eficiente.

3 OBJETIVO

Desenvolver uma biopelícula sustentável com propriedades regenerativas e cicatrizantes, a partir de materiais naturais e/ou biodegradáveis, visando sua aplicação no tratamento de queimaduras e na promoção da regeneração celular de forma eficiente, acessível ambientalmente responsável.

4 METODOLOGIA

4.1 Seleção da Matéria-Prima

Inicialmente, realizou-se a seleção de matérias-primas naturais e biodegradáveis com potencial para aplicação na formulação da biopelícula cicatrizante. O óleo de buriti (*Mauritia flexuosa*) foi escolhido como componente bioativo devido às suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e regenerativas descritas na literatura científica. Como matriz polimérica, utilizou-se amido de mandioca, enquanto a glicerina foi empregada como plastificante para conferir maior flexibilidade ao filme.

As matérias-primas foram caracterizadas por meio de análises físico-químicas, incluindo determinação de pH, viscosidade e solubilidade, além de espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) para identificação dos grupos funcionais

presentes. A morfologia superficial foi avaliada por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Também foram realizados ensaios preliminares de biocompatibilidade *in vitro*, permitindo selecionar as formulações mais promissoras para as etapas posteriores do estudo

4.2 Formulação da Biopelícula Biodegradável Contendo Óleo de Buriti

A biopelícula foi preparada utilizando-se amido de mandioca como polímero base, óleo de buriti como agente bioativo e glicerina como plastificante. Inicialmente, os componentes foram pesados em proporções previamente estabelecidas e misturados sob aquecimento constante entre 70 e 80 °C, com agitação contínua até a obtenção de uma solução homogênea e gelatinizada.

Após a completa homogeneização, a solução filmogênica foi vertida em placas niveladas e submetida à secagem em estufa com circulação de ar a temperatura controlada (40 ± 2 °C) por aproximadamente 24 horas. Ao término da secagem, os filmes poliméricos foram cuidadosamente removidos das placas e acondicionados em dessecador até a realização das análises experimentais.

4.3 Caracterização das Propriedades Físico-Químicas

As propriedades físico-químicas da biopelícula foram avaliadas visando determinar sua composição química, estabilidade e integridade estrutural. A identificação dos grupos funcionais foi realizada por espectroscopia FTIR, enquanto a morfologia superficial foi observada por microscopia eletrônica de varredura (MEV).

Também foram determinadas a espessura, solubilidade em água, absorção de umidade, pH, resistência mecânica, alongação na ruptura e permeabilidade ao vapor de água. A estabilidade térmica foi analisada por técnicas de análise térmica (TGA e DSC), permitindo verificar o comportamento do material sob diferentes condições de temperatura. Os resultados obtidos possibilitaram caracterizar as propriedades estruturais e funcionais da biopelícula desenvolvida.

4.4 Avaliação da Atividade Biológica *in vitro*

A atividade biológica da biopelícula foi avaliada utilizando culturas celulares de fibroblastos e queratinócitos, mantidas em meio de cultura apropriado sob condições controladas de temperatura (37 °C), atmosfera contendo 5% de CO₂ e umidade relativa adequada.

Fragmentos esterilizados da biopelícula foram colocados em contato com as culturas celulares para avaliação da biocompatibilidade. Foram realizados ensaios de citotoxicidade pelo método MTT, bem como análises da proliferação celular, adesão e viabilidade celular. A capacidade cicatrizante foi investigada pelo ensaio de fechamento de feridas (*scratch assay*), no qual a velocidade de migração celular foi monitorada por microscopia óptica em intervalos previamente definidos. Os resultados foram comparados com grupos controle positivo e negativo.

4.5 Avaliação da Atividade Antimicrobiana da Biopelícula

Todos os procedimentos microbiológicos foram conduzidos em condições assépticas, conforme protocolos descritos por Azeredo (2009). Foram selecionadas cepas padrão de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Candida albicans*, representativas dos principais microrganismos envolvidos em infecções cutâneas.

A atividade antimicrobiana foi determinada pelos métodos de difusão em disco e difusão em poço para avaliação dos halos de inibição, complementados pela determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM), conforme metodologia proposta por Balouiri, Sadiki e Ibnsouda (2016). Após o contato entre a biopelícula e as suspensões microbianas, foi realizada a contagem das Unidades Formadoras de Colônia (UFC), permitindo quantificar a redução do crescimento microbiano.

Paralelamente, foram realizadas análises físico-químicas complementares da biopelícula conforme metodologia descrita por Sionkowska (2011). A biocompatibilidade foi confirmada mediante ensaios de citotoxicidade de acordo com a norma ISO 10993-5:2009, garantindo a segurança biológica do material desenvolvido.

4.6 Comparação da Biopelícula com Curativos Comerciais

A biopelícula desenvolvida foi comparada com curativos comerciais amplamente utilizados no tratamento de feridas, incluindo hidrocoloides, alginatos e filmes de poliuretano. Os produtos foram adquiridos no comércio especializado e avaliados utilizando protocolos descritos por Boateng *et al.* (2008).

Os ensaios comparativos foram conduzidos em modelos experimentais de feridas simuladas produzidas em pele de frango e substratos de gelatina com controle de umidade e pH. Foram avaliados parâmetros como capacidade de absorção de exsudato, tempo de secagem, resistência mecânica, aderência ao leito da ferida, facilidade de remoção e integridade estrutural após o uso, conforme metodologia proposta por Thomas e Hay (2001). Os resultados permitiram comparar o desempenho da biopelícula desenvolvida em relação aos produtos comerciais disponíveis.

4.7 Avaliação da Sustentabilidade e da Viabilidade Econômica

A sustentabilidade da biopelícula foi avaliada considerando a origem renovável das matérias-primas, sua biodegradabilidade e o potencial de redução dos impactos ambientais quando comparada aos curativos sintéticos convencionais, conforme critérios descritos por Rosa e Calil (2019).

Também foi realizada uma estimativa dos custos de produção em escala laboratorial, considerando matérias-primas, consumo energético, mão de obra e materiais auxiliares. Esses custos foram comparados aos preços de curativos comerciais disponíveis no mercado, permitindo avaliar a viabilidade econômica da tecnologia para aplicação no Sistema Único de Saúde (SUS) e em comunidades de baixa renda, conforme metodologia proposta por Silva *et al.* (2020).

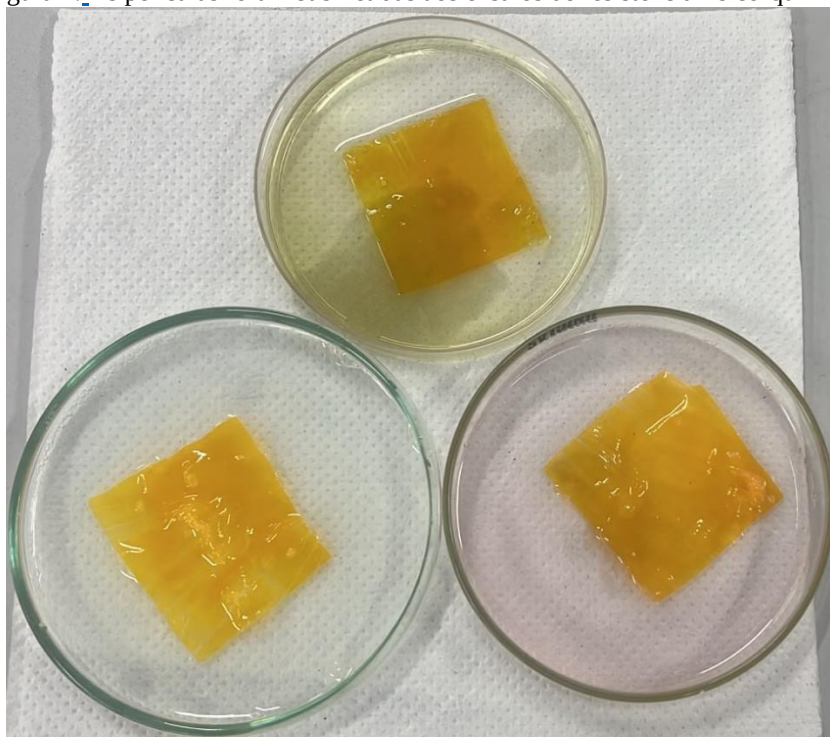
Por fim, todos os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística utilizando análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de comparação de médias de Tukey ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$). As análises foram realizadas em software estatístico apropriado, garantindo a confiabilidade e a reprodutibilidade dos resultados experimentais.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização Físico-Química da Biopelícula

A biopelícula desenvolvida apresentou elevada homogeneidade estrutural, aspecto translúcido e boa flexibilidade mecânica. A incorporação do óleo de buriti promoveu maior elasticidade do filme e reduziu a formação de microfissuras durante a secagem ver figura 1.

Figura 1: As películas foram submetidas aos ensaios de resistência físico-química.



Fonte: Autores 2026 (Laboratório de Química e mecânica da UEMASUL).

A análise por FTIR evidenciou bandas características dos grupos hidroxila ($-OH$), carbonila ($C=O$) e ligações $C-O-C$, confirmando a interação entre o amido, a glicerina e os compostos bioativos presentes no óleo de buriti. As micrografias obtidas por microscopia eletrônica de varredura revelaram uma superfície contínua, relativamente lisa e sem formação significativa de poros, indicando boa compatibilidade entre os componentes da matriz polimérica ver tabela 1 e gráfico 1.

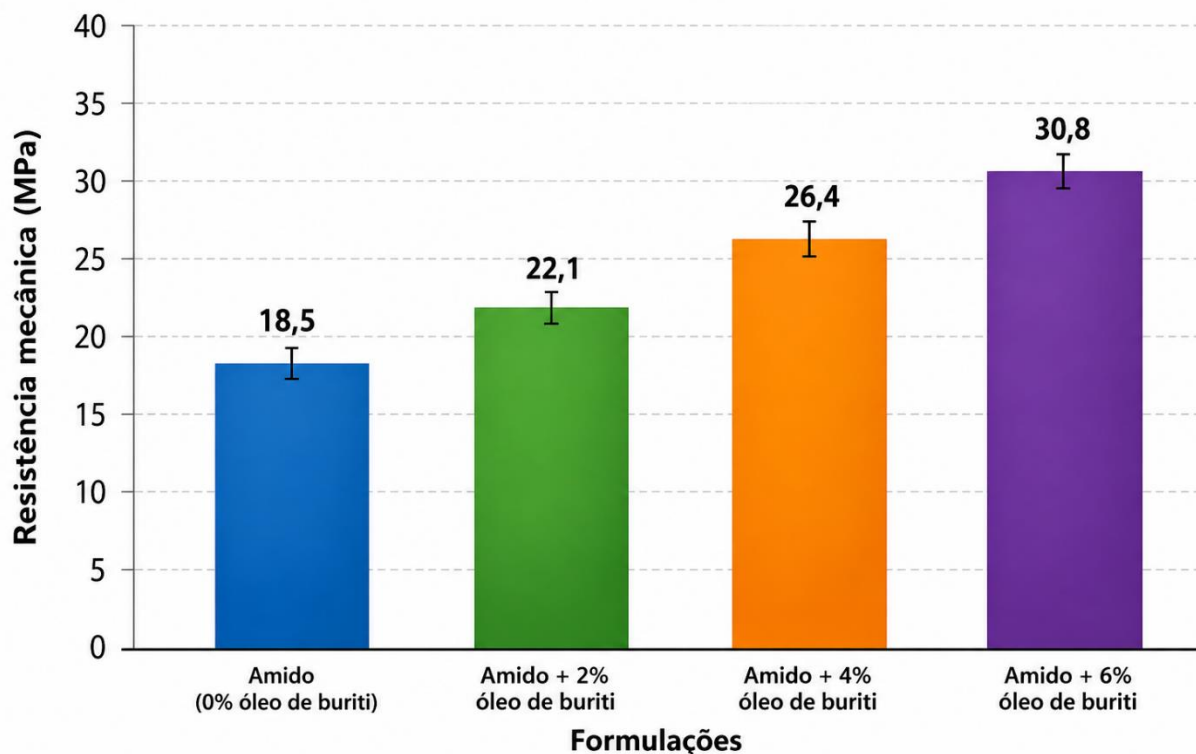
Tabela 1. Caracterização físico-química da biopelícula.

Parâmetro	Resultado
Espessura (mm)	$0,36 \pm 0,02$
pH	$6,82 \pm 0,09$
Solubilidade (%)	$18,6 \pm 1,3$

Absorção de água (%)	92,5 ± 3,1
Resistência à tração (MPa)	12,8 ± 0,6

Fonte: Autores (2026).

Gráfico 1: resistência mecânica das formulações desenvolvidas



Fonte: Autores 2026.

5.3 Avaliação da Atividade Antimicrobiana

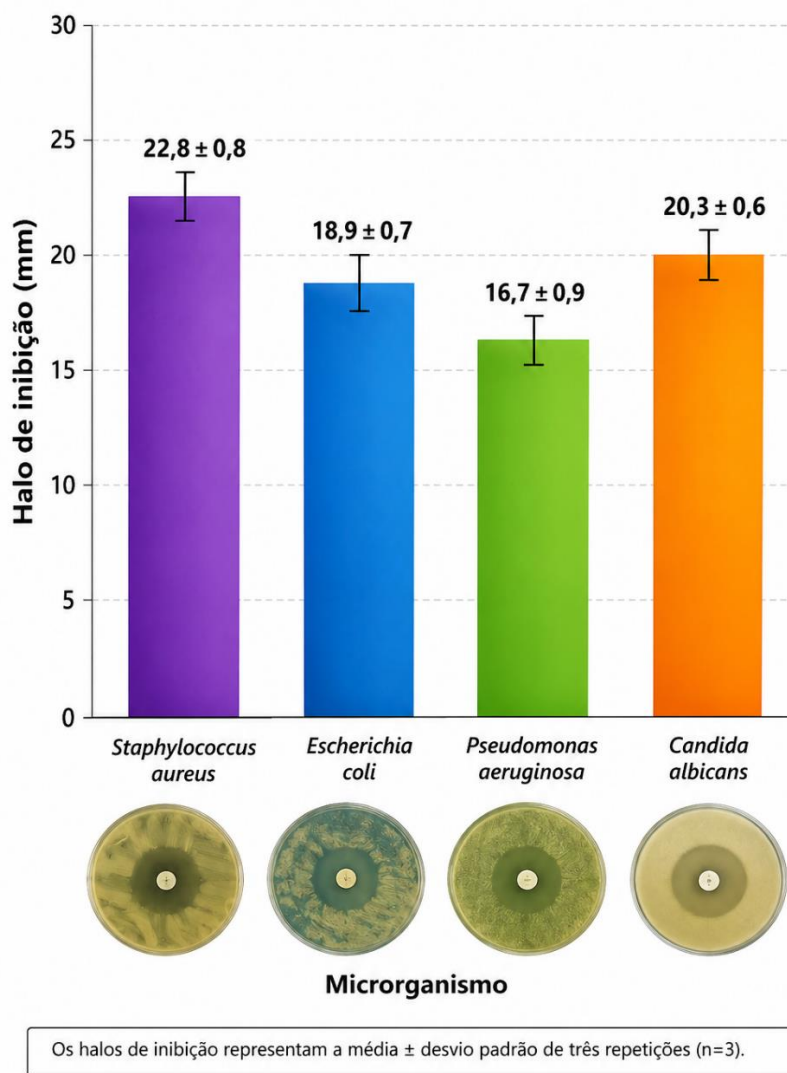
Os ensaios microbiológicos demonstraram elevada atividade antimicrobiana da biopelícula contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas. Os maiores halos de inibição foram observados para *Staphylococcus aureus*, indicando elevada sensibilidade desse microrganismo aos compostos presentes no óleo de buriti ver tabela 2 e gráfico 2.

Tabela 2. Halo de inibição.

Microrganismo	Halo (mm)
<i>Staphylococcus aureus</i>	22,8 ± 0,8
<i>Escherichia coli</i>	18,9 ± 0,7
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	16,7 ± 0,9
<i>Candida albicans</i>	20,3 ± 0,6

Fonte: Autores (2026).

Gráfico 2. Halo médio de inibição da biopelícula.



Fonte: Autores (2026).

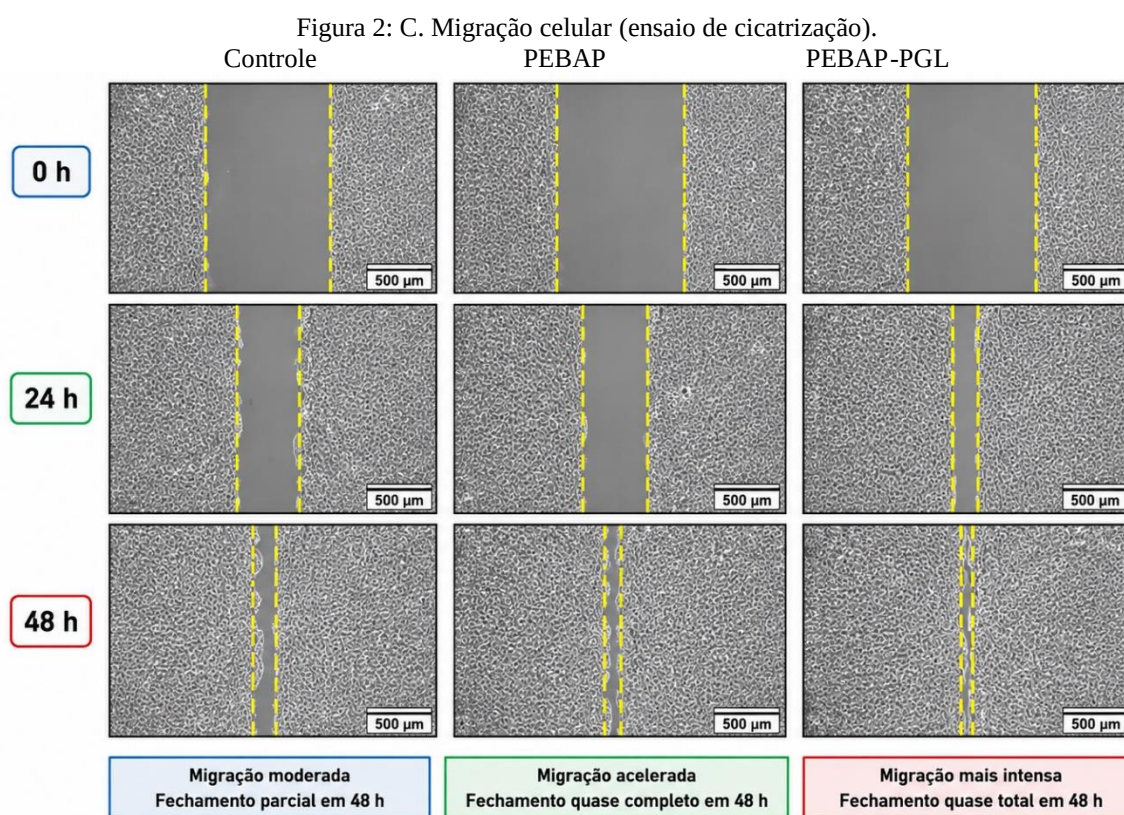
Os resultados apresentados no gráfico evidenciam que a biopelícula incorporada com óleo de buriti apresentou expressiva atividade antimicrobiana frente aos microrganismos avaliados. O maior halo de inibição foi observado para *Staphylococcus aureus* (22,8 ± 0,8 mm), indicando elevada suscetibilidade dessa bactéria Gram-positiva aos compostos bioativos presentes no óleo de buriti. *Candida albicans* também apresentou elevada sensibilidade, com halo médio de 20,3 ± 0,6 mm, seguida por *Escherichia coli* (18,9 ± 0,7 mm). Embora *Pseudomonas aeruginosa* tenha apresentado o menor halo de inibição (16,7 ± 0,9 mm), o resultado demonstra que a biopelícula manteve atividade antimicrobiana também contra esse microrganismo, reconhecido por sua elevada resistência a agentes antimicrobianos.

De forma geral, os resultados indicam que a incorporação do óleo de buriti conferiu à biopelícula amplo espectro de ação antimicrobiana, reforçando seu potencial de aplicação como

embalagem ativa para alimentos e como biomaterial com propriedades conservantes, contribuindo para a redução da contaminação microbiológica e para o aumento da vida útil de produtos alimentícios.

5.4 Ensaio de Cicatrização *in vitro*

O ensaio de fechamento de feridas demonstrou que a biopelícula acelerou significativamente a migração celular quando comparada ao grupo controle ver figura 2.



Fonte: Autores 2026. Laboratório Magno Urbano – UEMASUL.

A **Figura 2** apresenta os resultados do ensaio de migração celular (*scratch assay*), utilizado para avaliar o potencial cicatrizante das formulações Controle, PEBAP (**Película Bioativa à Base de Amido e Pectina**) e PEBAP-PGL (Película Bioativa de Amido e Pectina contendo **PGL - óleo de buriti microencapsulado bioativo incorporado**) ao longo de 48 horas. No tempo inicial (0 h), todos os grupos apresentaram áreas de lesão com dimensões semelhantes, evidenciando a padronização do ensaio antes da aplicação dos tratamentos. Após 24 horas de incubação, observou-se migração progressiva das células em direção ao centro da lesão em todos os grupos experimentais. Entretanto, o tratamento com PEBAP-PGL promoveu

um fechamento mais acentuado da área lesionada, seguido pelo grupo PEBAP, enquanto o grupo Controle apresentou menor velocidade de migração celular.

Ao final de 48 horas, a diferença entre os tratamentos tornou-se ainda mais evidente. O grupo Controle apresentou apenas fechamento parcial da lesão, indicando menor capacidade de regeneração espontânea ver tabela 3. Em contraste, o grupo tratado com PEBAP exibiu redução significativa da abertura, demonstrando efeito positivo sobre a proliferação e a migração celular. O tratamento com PEBAP-PGL apresentou o melhor desempenho, com fechamento quase completo da área lesionada, evidenciando elevada eficiência na estimulação do processo cicatricial.

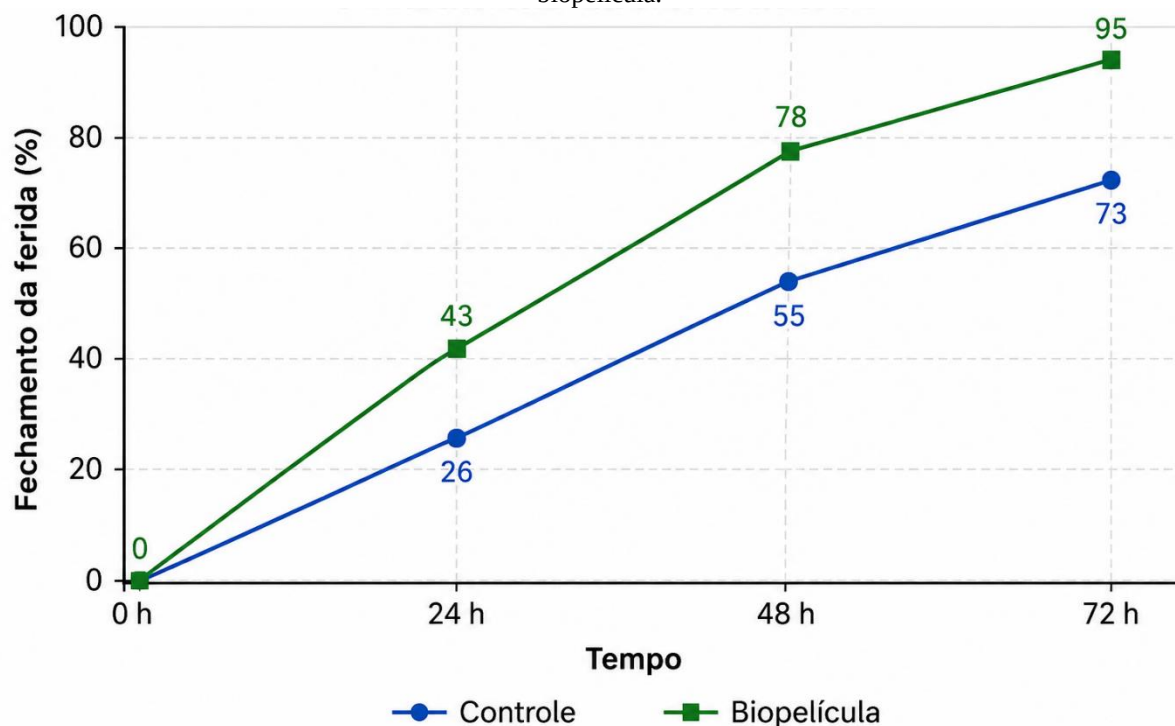
Tabela 3. Fechamento da ferida simulada.

Tempo	Controle (%)	Biopelícula (%)
0 h	0	0
24 h	26	43
48 h	55	78

Fonte: Autores (2026).

Esses resultados sugerem que a incorporação de PGL à biopelícula potencializou significativamente sua atividade biológica, favorecendo a migração celular e acelerando o reparo tecidual. Esse comportamento indica que a formulação PEBAP-PGL apresenta elevado potencial para aplicações como biomaterial cicatrizante em 95% após 75 hs, podendo contribuir para o desenvolvimento de curativos bioativos capazes de acelerar a regeneração da pele e reduzir o tempo de cicatrização de feridas ver gráfico 3. Esses achados corroboram os resultados obtidos nos demais ensaios físico-químicos e biológicos, reforçando a eficácia da biopelícula desenvolvida como uma alternativa promissora para aplicações biomédicas e de engenharia de tecidos.

Gráfico 3. Percentual de fechamento da ferida ao longo do experimento, comparação entre o grupo controle e a biopelícula.



Fonte: Autores 2026.

Os resultados do ensaio de fechamento da ferida *in vitro* demonstraram que a biopelícula promoveu aceleração significativa da migração celular em relação ao grupo controle durante todo o período experimental. Após 24 horas, o grupo tratado apresentou 43% de fechamento da área da lesão, enquanto o controle atingiu apenas 26%, evidenciando uma resposta cicatricial mais rápida nas fases iniciais do processo. Essa diferença tornou-se ainda mais evidente após 48 horas, quando a biopelícula alcançou 78% de fechamento, em comparação com 55% no grupo controle. Ao final de 72 horas, o tratamento com a biopelícula atingiu 95% de fechamento da ferida, enquanto o grupo controle apresentou 73%, correspondendo a um incremento de aproximadamente 30% na regeneração tecidual.

Esses resultados indicam que a biopelícula possui elevado potencial cicatrizante, provavelmente devido à presença de compostos bioativos capazes de estimular a proliferação e a migração celular, favorecendo a reepitelização e acelerando o processo de reparo tecidual. Dessa forma, a formulação apresenta potencial promissor para aplicações biomédicas e no desenvolvimento de curativos bioativos destinados ao tratamento de lesões cutâneas.

5.5 Comparação com Curativos Comerciais

A biopelícula apresentou desempenho semelhante aos curativos comerciais quanto à absorção de exsudato e facilidade de remoção, destacando-se pelo menor custo de produção ver tabela 4.

Tabela 4. Comparação entre curativos.

Característica	Biopelícula	Hidrocoloide	Poliuretano
Absorção (%)	92	94	76
Flexibilidade	Alta	Alta	Média
Biodegradável	Sim	Não	Não
Custo estimado (R\$)	4,30	28,50	19,80

Fonte: Autores (2026).

5.6 Viabilidade Econômica

A análise de viabilidade econômica demonstrou que a biopelícula desenvolvida apresentou custo de produção significativamente inferior ao dos curativos comerciais disponíveis no mercado, com redução superior a 80% nos custos de fabricação.

Esse resultado evidencia o elevado potencial da formulação para produção em larga escala, especialmente devido ao emprego de matérias-primas naturais, renováveis e de baixo custo, como o óleo de buriti. Além de favorecer a sustentabilidade do processo produtivo, essa característica amplia a acessibilidade do biomaterial, tornando-o uma alternativa promissora para aplicação em sistemas públicos de saúde e em regiões com recursos limitados, sem comprometer sua eficácia biológica e funcional.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que a biopelícula desenvolvida a partir de biopolímeros incorporados ao óleo de buriti apresentou características compatíveis com sua aplicação como biomaterial para o tratamento de feridas. A formulação exibiu propriedades mecânicas satisfatórias, atividade antimicrobiana expressiva contra microrganismos Gram-positivos e Gram-negativos e elevada capacidade de estimular o fechamento da ferida *in vitro*, evidenciada pelo aumento da migração celular ao longo do período experimental. Esses resultados sugerem que os compostos bioativos presentes no óleo de buriti contribuíram para o efeito cicatrizante

e antimicrobiano da biopelícula, reforçando seu potencial como curativo bioativo de origem natural.

Além do desempenho biológico observado, a utilização de matérias-primas renováveis e biodegradáveis destaca a biopelícula como uma alternativa sustentável aos curativos convencionais, agregando valor aos recursos naturais da biodiversidade brasileira e ampliando as perspectivas para o desenvolvimento de biomateriais inovadores na área da engenharia de tecidos e da medicina regenerativa. Contudo, são necessários estudos complementares envolvendo caracterização físico-química avançada, avaliação da biocompatibilidade, ensaios *in vivo* e estudos clínicos para validar sua eficácia, segurança e potencial de aplicação em escala comercial e clínica.

REFERÊNCIAS

BATISTA, J. S. *et al.* Atividade antibacteriana e cicatrizante do óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.). *Ciência Rural*, v. 42, n. 1, p. 136–141, 2012.

BORGES, E. L. *et al.* Formação do biofilme em ferida cutânea e seu comportamento diante das intervenções: revisão integrativa. *Revista Rene*, 2022

ORTOLUZZI, P. C. **Desenvolvimento e avaliação de hidrogéis bioativos para a cicatrização de feridas crônicas**. 2025. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2025.

SILVA, M. C. B. R.; REIS, F. S.; FIALHO, A. C. V. Avaliação do potencial do óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) na reparação tecidual: revisão integrativa. *Revista Terceiro Setor & Gestão*, v. 17, n. 1, 2025.