

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ

FRANCISCO ARAGÃO DE SOUSA NETO

**Efeito de um Gel Tópico com Extrato Aquoso do Mesocarpo de Coco Babaçu
(*Attalea speciosa*) na Cicatrização de Feridas Cutâneas em Ratos**

Teresina - 2025

FRANCISCO ARAGÃO DE SOUSA NETO

**Efeito de um Gel Tópico com Extrato Aquoso do Mesocarpo de Coco Babaçu
(*Attalea speciosa*) na Cicatrização de Feridas Cutâneas em Ratos**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado
em Medicina como requisito à obtenção
de grau de médico.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Das
Chagas Araújo Sousa

Coorientador: Prof. Dr. Wellington Dos
Santos Alves

Teresina – 2025

**Efeito de um Gel Tópico com Extrato Aquoso do Mesocarpo de Coco Babaçu
(*Attalea speciosa*) na Cicatrização de Feridas Cutâneas em Ratos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Medicina como requisito à obtenção de grau de Médico(a), pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Francisco das Chagas Araújo Sousa, Orientador do TCC

Prof. Dr. Wellington dos Santos Alves, Coorientador do TCC

Profa. Dra. Lucielma Salmito Soares Pinto, Professora Adjunta IV do Curso de Medicina da UESPI

Agradecimentos

A realização deste Trabalho de Conclusão de Curso não seria possível sem o apoio e incentivo de pessoas muito especiais, às quais sou imensamente grato.

Primeiramente, agradeço a Deus pela força e fé que me guiaram ao longo deste trabalho, permitindo a sua execução.

Agradeço à minha família, por todo o amor, compreensão e suporte incondicional ao longo de toda a minha trajetória acadêmica. Cada palavra de incentivo, cada gesto de carinho e cada sacrifício feito por mim foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

À minha namorada, pelo companheirismo constante, pela paciência nos momentos difíceis e por acreditar em mim mesmo quando eu duvidava. Seu apoio emocional foi essencial para manter-me firme e motivado.

Aos meus orientadores, que com dedicação, conhecimento e disponibilidade me guiaram ao longo deste trabalho. Suas contribuições foram valiosas não apenas para a realização deste projeto, mas também para a minha formação acadêmica e profissional.

Um agradecimento especial a Universidade Estadual do Piauí e ao NPbio pela disponibilidade do espaço e insumos para a realização deste trabalho.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste trabalho, meu mais sincero obrigado.

Resumo

Introdução: Feridas cutâneas são importantes causas de internação em centros de cuidados de saúde. O mesocarpo do coco babaçu possui propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes, com amplo uso popular, sendo a elucidação da ação dos seus compostos de grande valia para medicina. **Objetivos:** Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito cicatrizante de um gel tópico elaborado a partir do extrato aquoso do mesocarpo do coco babaçu (*Attalea speciosa*) em feridas cutâneas induzidas em ratos da linhagem Wistar. **Metodologia:** Foram utilizados 36 animais divididos em três grupos: controle, gel de Carbopol e gel com extrato de mesocarpo de coco babaçu (EMCB), avaliados aos 7, 14 e 21 dias pós-indução da ferida. As análises incluíram avaliações macroscópicas da área da ferida, histologia das amostras e análise estatística por ANOVA com pós-teste de Tukey. **Resultados:** Os resultados demonstraram que o grupo tratado com EMCB apresentou redução significativa da área da ferida aos 7 e 14 dias, quando comparado aos demais grupos. Histologicamente, observou-se maior proliferação fibroblástica, reepitelização mais avançada e menor infiltrado inflamatório no grupo experimental. Aos 21 dias, todos os grupos apresentaram feridas cicatrizadas, mas o grupo EMCB manteve melhor organização tecidual. **Conclusão:** Conclui-se que o gel com extrato aquoso do mesocarpo do coco babaçu apresenta potencial terapêutico relevante como cicatrizante tópico, promovendo aceleração da cicatrização e melhor qualidade do tecido reparado nas fases iniciais do processo cicatricial.

Palavras-chave: cicatrização, coco babaçu, extrato vegetal, lesões cutâneas, fitoterápico.

Abstract

Introduction: Cutaneous wounds are significant causes of hospitalization in healthcare facilities. The mesocarp of the babassu coconut possesses anti-inflammatory and healing properties and is widely used in traditional medicine. Clarifying the action of its compounds is of great value to modern medicine. **Objective:** This study aimed to evaluate the healing effect of a topical gel formulated with the aqueous extract of the babassu coconut (*Attalea speciosa*) mesocarp on induced skin wounds in Wistar rats. **Methodology:** A total of 36 animals were used, divided into three groups: control, Carbopol gel, and gel containing the babassu mesocarp extract (BME). Evaluations were performed at 7, 14, and 21 days after wound induction. Analyses included macroscopic evaluation of wound area, histological examination of tissue samples, and statistical analysis using ANOVA followed by Tukey's post hoc test. **Results:** The group treated with BME showed a significant reduction in wound area at 7 and 14 days compared to the other groups. Histological analysis revealed greater fibroblast proliferation, more advanced reepithelialization, and reduced inflammatory infiltrate in the experimental group. At 21 days, although all groups had healed wounds, the BME group maintained better tissue organization. **Conclusion:** It is concluded that the gel containing the aqueous extract of babassu coconut mesocarp has relevant therapeutic potential as a topical healing agent, promoting faster wound healing and improved tissue quality during the early stages of the healing process.

Keywords: wound healing, babassu coconut, plant extract, topical gel, skin wounds, herbal medicine.

Lista de Tabelas

Tabela 01 – Tabela 1: Escore Semiquantitativo para Avaliação Histológica da Cicatrização de Feridas.....	25
Tabela 02 – Aspecto Macroscópico das Feridas Cutâneas nos grupos controle, experimento e controle positivo, nos dias 7, 14 e 21, respectivamente	27
Tabela 03 – Comparaçāo dos aspectos histológicos visualizados em lâminas de HE entre os animais utilizados para o Estudo nos dias 7, 14 e 21, respectivamente.....	33

Lista de Figuras

Figura 01 – Comparação da planimetria das médias feridas dos grupos utilizados para o estudo nos dias 7, 14 e 21, respectivamente.....	29
Figura 02 – Comparação dos Escore para Tecido Epitelial, Infiltrado Inflamatório, Proliferação Fibroblástica e Vascularização entre os animais utilizados para o estudo nos dias 7, 14 e 21, respectivamente	31

Lista de Abreviaturas

- MCB – Mesocarpo do Coco Babaçu
GC – Grupo Controle
EMCB – Extrato Mesocarpo do Coco Babaçu
GGC – Grupo controle Gel de Carbopol
ANOVA – Análise de Variâncias
TIMPs – Inibidores teciduais de metaloproteinases
MEC – Matriz Extracelular

Sumário

1	Introdução	11
2	Objetivos	15
2.1	Objetivos gerais	15
2.2	Objetivos Específicos	15
3	Referencial teórico	16
4	Material e Métodos	20
4.1	Tipo de estudo	20
4.2	Critérios Éticos da Pesquisa	20
4.3	Obtenção do Extrato Aquoso de Coco Babaçu, Fabricação do Gel e Aplicação	20
4.4	Indução das Feridas Cutâneas	21
4.5	Animais e Identificação	22
4.6	Grupos de Estudo	22
4.7	Eutanásia dos Animais	23
4.8	Análise Macroscópica da Ferida	23
4.9	Análise Histológica	23
4.9.1	Análise semiquantitativa	24
4.10	Análise Estatística	25
5	Resultados	27
6	Discussão	34
7	Considerações Finais	Erro! Indicador não definido.
8	Referências Bibliográficas	40

1 INTRODUÇÃO

As lesões cutâneas representam uma significativa fonte de morbidade nos serviços de saúde, especialmente em ambientes hospitalares. A ruptura da pele e a consequente formação de soluções de continuidade são comuns nesse contexto, frequentemente evoluindo para infecções que demandam internações prolongadas. Esse cenário é particularmente agravado em pacientes com fatores de risco para cicatrização ineficaz, como diabetes, desnutrição e imunodepressão (Kathawala et al., 2019).

Além do impacto clínico, as feridas crônicas de difícil cicatrização impõem um ônus financeiro expressivo, tanto em nível global quanto nacional. Estimativas internacionais indicam que os custos diretos com tratamento dessas lesões podem alcançar até 3% dos orçamentos de saúde em países desenvolvidos, com gastos globais anuais ultrapassando US\$ 28 bilhões. No Brasil, embora os dados sejam limitados, levantamentos regionais apontam um custo médio de US\$ 10,28 por atendimento ambulatorial, com os principais gastos concentrados em curativos, coberturas e procedimentos (Ruiz; Lima, 2022).

Diante dessa realidade, torna-se fundamental compreender os fatores que interferem no processo de cicatrização, os quais incluem desde o suprimento adequado de oxigênio na região afetada — frequentemente comprometido em comorbidades circulatórias — até a presença de infecções locais, que podem cronificar o processo inflamatório. Adicionalmente, condições como idade avançada, diabetes mellitus, obesidade e desnutrição contribuem negativamente para a regeneração tecidual (Seth et al., 2024).

Nesse contexto, cresce o interesse por alternativas terapêuticas que possam melhorar o processo de reparo cutâneo, especialmente aquelas oriundas de recursos naturais. Entre os potenciais candidatos destaca-se o coco babaçu, uma palmeira nativa do Brasil, pertencente à família Arecaceae, amplamente distribuída na Amazônia Legal e em partes da Mata Atlântica. Essa espécie pode alcançar de 30 a 50 metros de altura e produzir mais de 2.000 frutos por safra, tornando-se um recurso abundante e estratégico para comunidades tradicionais (Santos et al., 2020a).

O babaçu é reconhecido não apenas pelo seu valor socioeconômico, mas também por seus potenciais aplicações terapêuticas. Seus frutos apresentam alto valor calórico e são ricos em ácidos graxos, fibras e minerais como cálcio e zinco (Vinal et al., 2014). O uso tradicional de seus substratos é amplo, sendo aplicado no tratamento de gastrites, cólicas menstruais, inflamações e, especialmente, lesões cutâneas. A literatura científica tem corroborado esses saberes populares, com estudos experimentais que evidenciam suas propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes, antimicrobianas e imunomoduladoras (Pereira et al., 2018).

A riqueza da biodiversidade brasileira, no entanto, ainda é subexplorada. Embora o país abrigue cerca de 55.000 espécies catalogadas, apenas 8% delas possuem estudos sobre seus princípios ativos (Paixão, 2021; Sganzerla et al., 2022). Tal lacuna evidencia a importância de investigações científicas voltadas ao uso terapêutico de componentes vegetais, tanto para validar conhecimentos tradicionais quanto para desenvolver novas abordagens clínicas baseadas em evidências.

Assim, pesquisas que explorem compostos naturais com potencial cicatrizante assumem papel crucial no enfrentamento das limitações terapêuticas atuais. Elas não apenas contribuem para o avanço científico e farmacológico, mas também podem viabilizar soluções mais acessíveis e sustentáveis para o tratamento de lesões cutâneas, impactando positivamente a saúde pública e a qualidade de vida dos pacientes (Moura et al., 2020).

Nesse sentido, é essencial estabelecer parâmetros científicos para avaliar o que hoje ainda está restrito ao senso comum ou a crenças populares sobre o uso de fitoterápicos. Isso se torna ainda mais necessário diante de resultados controversos e divergentes presentes na literatura, exigindo estudos metodologicamente bem delineados que possam oferecer conclusões consistentes.

O coco babaçu, portanto, destaca-se como objeto de estudo promissor. Sua abundância, fácil cultivo e propriedades farmacológicas já descritas o tornam uma alternativa viável para aplicação terapêutica. Além disso, investigar seu uso em combinação com outras técnicas poderá revelar sinergias e ampliar a eficácia de tratamentos já existentes.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo analisar a eficácia do tratamento de lesões cutâneas com a utilização de um gel à base do extrato aquoso do coco babaçu (*Attalea speciosa*), contribuindo para o aprofundamento do

conhecimento sobre seus efeitos e para a expansão das possibilidades terapêuticas baseadas em produtos naturais.

As lesões cutâneas representam uma significativa fonte de morbidade nos serviços de saúde, especialmente em ambientes hospitalares. A ruptura da pele e a consequente formação de soluções de continuidade são comuns nesse contexto, frequentemente evoluindo para infecções que demandam internações prolongadas. Esse cenário é particularmente agravado em pacientes com fatores de risco para cicatrização ineficaz, como diabetes, desnutrição e imunodepressão (Kathawala et al., 2019).

Além do impacto clínico, as feridas crônicas de difícil cicatrização impõem um ônus financeiro expressivo, tanto em nível global quanto nacional. Estimativas internacionais indicam que os custos diretos com tratamento dessas lesões podem alcançar até 3% dos orçamentos de saúde em países desenvolvidos, com gastos globais anuais ultrapassando US\$ 28 bilhões. No Brasil, embora os dados sejam limitados, levantamentos regionais apontam um custo médio de US\$ 10,28 por atendimento ambulatorial, com os principais gastos concentrados em curativos, coberturas e procedimentos (Ruiz; Lima, 2022).

Diante dessa realidade, torna-se fundamental compreender os fatores que interferem no processo de cicatrização, os quais incluem desde o suprimento adequado de oxigênio na região afetada — frequentemente comprometido em comorbidades circulatórias — até a presença de infecções locais, que podem cronificar o processo inflamatório. Adicionalmente, condições como idade avançada, diabetes mellitus, obesidade e desnutrição contribuem negativamente para a regeneração tecidual (Seth et al., 2024).

Nesse contexto, cresce o interesse por alternativas terapêuticas que possam melhorar o processo de reparo cutâneo, especialmente aquelas oriundas de recursos naturais. Entre os potenciais candidatos destaca-se o coco babaçu, uma palmeira nativa do Brasil, pertencente à família Arecaceae, amplamente distribuída na Amazônia Legal e em partes da Mata Atlântica. Essa espécie pode alcançar de 30 a 50 metros de altura e produzir mais de 2.000 frutos por safra, tornando-se um recurso abundante e estratégico para comunidades tradicionais (Santos et al., 2020a).

O babaçu é reconhecido não apenas pelo seu valor socioeconômico, mas também por seus potenciais aplicações terapêuticas. Seus frutos apresentam alto valor calórico e são ricos em ácidos graxos, fibras e minerais como cálcio e zinco

(Vinal et al., 2014). O uso tradicional de seus substratos é amplo, sendo aplicado no tratamento de gastrites, cólicas menstruais, inflamações e, especialmente, lesões cutâneas. A literatura científica tem corroborado esses saberes populares, com estudos experimentais que evidenciam suas propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes, antimicrobianas e imunomoduladoras (Pereira et al., 2018).

A riqueza da biodiversidade brasileira, no entanto, ainda é subexplorada. Embora o país abrigue cerca de 55.000 espécies catalogadas, apenas 8% delas possuem estudos sobre seus princípios ativos (Paixão, 2021; Sganzerla et al., 2022). Tal lacuna evidencia a importância de investigações científicas voltadas ao uso terapêutico de componentes vegetais, tanto para validar conhecimentos tradicionais quanto para desenvolver novas abordagens clínicas baseadas em evidências.

Assim, pesquisas que explorem compostos naturais com potencial cicatrizante assumem papel crucial no enfrentamento das limitações terapêuticas atuais. Elas não apenas contribuem para o avanço científico e farmacológico, mas também podem viabilizar soluções mais acessíveis e sustentáveis para o tratamento de lesões cutâneas, impactando positivamente a saúde pública e a qualidade de vida dos pacientes (Moura et al., 2020).

Nesse sentido, é essencial estabelecer parâmetros científicos para avaliar o que hoje ainda está restrito ao senso comum ou a crenças populares sobre o uso de fitoterápicos. Isso se torna ainda mais necessário diante de resultados controversos e divergentes presentes na literatura, exigindo estudos metodologicamente bem delineados que possam oferecer conclusões consistentes.

O coco babaçu, portanto, destaca-se como objeto de estudo promissor. Sua abundância, fácil cultivo e propriedades farmacológicas já descritas o tornam uma alternativa viável para aplicação terapêutica. Além disso, investigar seu uso em combinação com outras técnicas poderá revelar sinergias e ampliar a eficácia de tratamentos já existentes.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo analisar a eficácia do tratamento de lesões cutâneas com a utilização de um gel à base do extrato aquoso do coco babaçu (*Attalea speciosa*), contribuindo para o aprofundamento do conhecimento sobre seus efeitos e para a expansão das possibilidades terapêuticas baseadas em produtos naturais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

- Avaliar o efeito cicatrizante de um gel à base do extrato aquoso do mesocarpo do coco babaçu (MCB) (*Attalea speciosa*) no tratamento de feridas cutâneas abertas.

2.2 Objetivos Específicos

- Verificar a atividade gel à base do extrato aquoso do mesocarpo do coco babaçu e comparar o seu efeito no grupo controle com o grupo experimental.
- Monitorar o processo de cicatrização tecidual promovido pelo gel à base do extrato aquoso do mesocarpo do coco babaçu, da espécie (*Attalea speciosa*), nos dias 7, 14 e 21, através da macroscópica da área da lesão cutânea delimitada.
- Calcular a área das feridas dos animais utilizados pelo estudo.
- Caracterizar, histologicamente, o processo cicatricial dos animais utilizados no estudo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O uso de plantas medicinais é uma constante ao longo da história. Ao longo do tempo, conhecimentos foram adquiridos e transmitidos de geração em geração, consolidando o uso de milhares de substâncias no senso comum (Sarimahmut et al., 2016). O uso do mesocarpo do coco babaçu é comum na região do meio norte, composta pelos estados do Piauí e Maranhão. É notório o seu uso para a cicatrização de feridas, para o tratamento de úlceras gástricas e para cólica menstrual (Paixão, 2021).

As fibras do coco babaçu possuem aplicações na área das ciências dos materiais, sendo utilizadas na confecção de biomateriais com boa resistência mecânica. Além disso, moléculas do óleo de coco babaçu já foram incorporadas a curativos compostos por alginato de cálcio e microcristais de prata, apresentando boa fixação e baixa toxicidade (Araruna, 2021). A formulação de um gel à base do extrato, como feita nesse trabalho, mostra-se inédita.

A utilização do gel de Carbopol como veículo tem como base a estabilidade fornecida para preparações de géis com diversas substâncias, principalmente aquelas de carácter hidrofílico (Safitri; Nawangsari; Febrina, 2021). Além disso, estudos demonstraram baixa variação do pH do gel em diferentes preparações. O gel também apresenta vantagens por causar pouca interferência na resposta imune em cobaias e seres humanos, além de provocar baixa ativação de fatores inflamatórios e angiogênicos, o que o torna uma boa opção como veículo para o estudo de diversas substâncias (SONG et al., 2022).

A escolha da concentração de 2,5% visa à criação de um gel com boa estabilidade e aplicabilidade nas superfícies dos tecidos. Estudos de citotoxicidade demonstraram uma baixa taxa de lesão celular pelo extrato do mesocarpo, embasando o uso experimental da substância (Torres et al., 2018).

O uso do extrato aquoso justifica-se por estudos prévios que demonstraram boa atividade biológica das moléculas extraídas. Além disso, extratos etanólicos e clorofórmicos apresentam um perfil de uso menos favorável, devido à maior citotoxicidade celular associada aos compostos utilizados nesses solventes (Amorim et al., 2006).

A composição química do mesocarpo do babaçu tem sido objeto de investigações, devido ao seu uso tradicional na medicina popular como agente anti-inflamatório e cicatrizante. Um estudo conduzido por Farias et al. (2019) realizou uma análise fitoquímica detalhada, utilizando extração metanólica, seguida de fracionamento cromatográfico. Os resultados indicaram a presença de uma variedade de compostos bioativos, incluindo ácidos graxos como o eicosanoico e o 11-octadecanoico, além de fitoesteróis, sesquiterpenos, como o nerolidol, diterpenos, como o 17-acetoxi-19-kauranal e um derivado esterificado do ergostanol. Essa diversidade de compostos, com propriedades reconhecidamente antioxidantes, anti-inflamatórias e regenerativas, oferece suporte químico ao potencial terapêutico do mesocarpo do babaçu, justificando sua aplicação em estudos sobre cicatrização (Batista De Farias et al., 2019).

O uso de animais em experimentação já é uma prática consolidada no desenvolvimento científico. A utilização de ratos da variedade Wistar é comum em diversas pesquisas, tanto pela sua docilidade e facilidade de manejo, quanto pela resistência a diferentes procedimentos cirúrgicos. Dessa forma, justifica-se o uso desses animais neste estudo, uma vez que possibilitaram a execução adequada dos procedimentos propostos (Fagundes; Taha, 2004). Metodologias que avaliam a eficácia de substâncias por meio da planimetria entre diversos grupos são comuns e constantemente revelam potenciais substâncias para o uso em humanos (Masson-Meyers et al., 2020).

Em relação à fisiologia da cicatrização tecidual, na primeira resposta à lesão (fase inflamatória), ocorre a hemostasia com suas características de vasoconstrição, mediada por fatores vasoativos. É seguida por vasodilatação, acompanhada de extravasamento de células, fibrinogênio e elementos de coagulação, juntamente com formação de trombo plaquetário, ativação da cascata de coagulação e formação de tampão de fibrina. Esses eventos dão origem a uma matriz extracelular temporária, que facilita a entrada de células de defesa, células endoteliais e fibroblastos na ferida (Sorg; Sorg, 2023).

A inflamação com migração de leucócitos ocorre em poucas horas, sendo os neutrófilos os primeiros a atingir a área lesada, seguidos pelos macrófagos. Vários mediadores inflamatórios são liberados, o que é orquestrado em larga escala por plaquetas (PDGF, TGF- β), neutrófilos (IL-1 α , IL-1 β , IL-6, IL-8, TNF- α) e macrófagos (IL-1 α , IL-1 β , IL-6, TNF- α). Macroscopicamente, nos primeiros dias, observa-se na

região a presença de exsudato e formação de crosta, uma combinação de fluido da ferida, neutrófilos degradados e tecido desnaturado (Wilkinson; Hardman, 2020).

A fase proliferativa (segunda fase cicatricial) envolve vários eventos, incluindo angiogênese, fibroplasia, contração e reepitelização. A neoangiogênese é o processo de formação de novos vasos sanguíneos. Inicia-se por volta do 3º dia após a lesão, sendo responsável pela nutrição tecidual, bem como pelo aumento do aporte de células como macrófagos e fibroblastos para o local da ferida, caracterizando cicatrização por segunda intenção e tecido de granulação. A combinação de novos capilares, fibroblastos e colágeno forma o tecido de granulação vermelho macroscopicamente brilhante (Hong et al., 2023; Sorg; Sorg, 2023).

A terceira fase da cicatrização é a mais clinicamente relevante e envolve remodelação/maturação. A transição da ECM para a cicatriz requer remodelação com diminuição do conteúdo de colágeno tipo III. O colágeno tipo III predominante na ferida fresca é substituído pelo colágeno tipo I produzido por fibroblastos. A remodelação tecidual é um equilíbrio entre a expressão de enzimas proteolíticas, como metaloproteinases da matriz (MMPs), e inibidores teciduais de metaloproteinases (TIMPs), sobre os quais os fatores de crescimento contidos na Matriz Extracelular (MEC) desempenham um papel fundamental. Os fatores de crescimento envolvidos nessa modulação incluem TGF-β, PDGF e IL-1. Além do remodelamento da MEC, os TIMPs também atuam no processo de cicatrização, inibindo a angiogênese e induzindo a apoptose (Almadani et al., 2021; Wilkinson; Hardman, 2020).

A avaliação da presença de secreção purulenta, formação lenta de crosta sobre a ferida e reepitelização tardia são alguns dos principais indicativos de uma cicatrização retardada e ineficaz (Colares et al., 2019). A ausência dessas características, tanto no grupo controle, quanto nos grupos experimental e GGC, além da evolução da ferida com aspecto limpo, indica um processo de cicatrização sem intercorrências.

Outra fase da cicatrização a ser analisada é a fase de contração das feridas. A contração de feridas cutâneas é um processo fundamental na cicatrização, caracterizado pela redução progressiva da área da lesão por meio da aproximação das bordas da ferida. Esse fenômeno é impulsionado principalmente por miofibroblastos — células especializadas que surgem durante a fase proliferativa da cicatrização —, as quais possuem propriedades contráteis semelhantes às do músculo liso e desempenham papel essencial na tração das margens da ferida em

direção ao centro da lesão. A contração é mais evidente em feridas de segunda intenção, nas quais não há aproximação primária das bordas, como em lesões extensas, queimaduras ou úlceras crônicas (Kathawala et al., 2019).

Cabe ressaltar que roedores, como os animais utilizados para o estudo, possuem o músculo panículo carnoso logo abaixo da pele, o qual contrai a ferida com maior vigor do que a pele humana. Porém, ensaios clínicos já demonstraram que a velocidade de cicatrização não se altera de maneira importante e a reepitelização mantém-se em níveis semelhantes ao do ser humano (Takejima et al., 2021).

A redução da área da ferida ao longo do tempo é um importante indicador clínico de que o processo de cicatrização está progredindo adequadamente. Uma menor área residual da lesão sugere a ativação eficiente de células e a reorganização da matriz extracelular, facilitando o fechamento tecidual e a restauração da barreira cutânea (Kathawala et al., 2019).

Além disso, uma cicatrização mais rápida e eficaz minimiza o risco de infecção, perda de líquidos, dor crônica e formação de cicatrizes hipertróficas ou queloides. Dessa forma, a mensuração da área da ferida ao longo do tempo constitui um parâmetro quantitativo relevante para avaliar a eficácia de tratamentos tópicos, terapias celulares e biomateriais aplicados à regeneração cutânea (Masson-Meyers et al., 2020).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Tipo de estudo

Trata-se de um estudo de caráter experimental, que visa verificar o potencial de cicatrização de um gel à base do extrato do mesocarpo do coco babaçu, aplicado em feridas cutâneas abertas.

4.2 Critérios Éticos da Pesquisa

A pesquisa seguiu todos os trâmites legais e éticos, preconizados e adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA), respeitando a legislação brasileira sobre o uso de animais em experimentação (Lei Federal nº 6.638/1979).

O projeto foi submetido à análise do Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA/UESPI), de acordo com a Resolução da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008.

4.3 Obtenção do Extrato Aquoso de Coco Babaçu, Fabricação do Gel e Aplicação

A coleta do coco foi realizada manualmente, a partir de frutos maduros recolhidos do chão, caídos naturalmente dos cachos. A atividade foi conduzida em local previamente definido pelos pesquisadores, respeitando a legislação ambiental vigente. A coleta foi feita à estrada que liga as cidades de Teresina – PI e Caxias - MA

A obtenção do mesocarpo foi feita por meio da quebra do epicarpo do coco, com o auxílio de um artefato de madeira, atingindo a parte superior do fruto até o rompimento da casca e a exposição do mesocarpo. A retirada do mesocarpo foi realizada com o auxílio de uma espátula.

O material foi espalhado e deixado para secar sobre uma bancada, por três dias, sendo posteriormente colocado em estufa de secagem a uma temperatura entre 45 e 50 °C, durante 24 horas, para a retirada total da umidade. Em seguida, o material foi moído mecanicamente até a obtenção de um pó com aspecto de farinha. Esse pó foi disperso em uma solução coloidal com água destilada, até se obter uma mistura homogênea.

A mistura foi mantida em repouso por uma semana, para a extração dos compostos hidrofílicos, e então filtrada, resultando em um líquido de coloração amarronzada. O extrato foi submetido ao processo de liofilização no Laboratório de Química da Universidade Federal do Piauí. O material resultante foi, então, incorporado ao gel de Carbopol, na concentração de 2,5 %, após maceração do material. O material foi misturado até se obter com uma solução homogênea de cor amarronzada.

4.4 Indução das Feridas Cutâneas

Cada animal teve a ração suspensa 4 horas antes do procedimento cirúrgico, mantendo, no entanto, o acesso à água *ad libitum*.

Os procedimentos anestésicos foram realizados de forma padronizada em todos os animais. Foi administrada anestesia dissociativa com cetamina (60 mg/kg) e xilazina (6 mg/kg). Em seguida, realizou-se a tricotomia na região onde o procedimento foi realizado. Os animais foram então posicionados em decúbito ventral na mesa cirúrgica e imobilizados com tensores elásticos, permitindo a plena visualização do campo cirúrgico.

Com o estabelecimento do estado anestésico, iniciaram-se os procedimentos operatórios. Estes foram padronizados para todos os grupos do estudo, consistindo na excisão da pele em formato circular, com 2 cm de diâmetro, na região depilada. O procedimento foi realizado com o auxílio de um punch metálico cortante e uma tesoura, com a finalidade de aprofundar a ferida até a fáscia. A hemostasia da ferida foi realizada por compressão digital com gaze, finalizando assim o procedimento. Nenhum animal recebeu curativos após o procedimento cirúrgico.

Ao final do procedimento, os animais foram colocados em gaiolas coletivas para observação da recuperação anestésica, com monitoramento da normalização da frequência respiratória, início da movimentação ativa e busca por alimento e água. Após o pleno restabelecimento, os ratos foram marcados com o dia do procedimento operatório e o tipo de tratamento a que seriam submetidos, sendo então realocados às suas respectivas gaiolas, com alimentação oferecida imediatamente no pós-operatório.

Os animais foram submetidos à eutanásia nos 7º, 14º e 21º dias do pós-operatório, conforme o grupo designado. Após o tempo pré-determinado, cada animal

teve a ferida/cicatriz retirada da pele, com margem de 2 cm, sendo o material conservado em formol tamponado a 10%.

4.5 Animais e Identificação

Foram utilizados 36 mamíferos da espécie *Rattus norvegicus*, obtidos do Núcleo de Pesquisas de Biotecnologia e Biodiversidade da UESPI, criados desde o nascimento no referido local. Os animais tinham idade entre 30 dias e 90 dias e foram distribuídos aleatoriamente em gaiolas específicas para ratos, recebendo água e alimentação *ad libitum* e mantidos sob um ciclo claro-escuro de 12 horas.

Utilizaram-se machos da variedade Wistar da espécie *Rattus norvegicus*, com peso entre 200 e 250 gramas, divididos em 3 grupos (Controle, Grupo Gel de mesocarro do Coco Babaçu e Grupo Gel de Carbopol), contendo 3 subgrupos com 4 animais cada, separados aleatoriamente. Os animais foram identificados quanto ao grupo e subgrupo por meio de marcações nas caudas, com etiquetas numeradas de um a cinco, e agrupados por período, de acordo com o tratamento e o momento de submissão à análise histológica, respeitando os intervalos de 7, 14 e 21 dias.

4.6 Grupos de Estudo

O estudo contou com 3 grupos divididos em 3 subgrupos, formados por 4 animais cada.

Grupo controle (GC): ratos com feridas cutâneas que não receberam qualquer tipo de tratamento.

Subgrupo A1: ratos que sofreram eutanásia no 7º dia

Subgrupo A2: ratos que sofreram eutanásia no 14º dia

Subgrupo A3: ratos que sofreram eutanásia no 21º dia

Grupo experimento Gel Mesocarro do Coco Babaçu (EMCB): ratos com feridas cutâneas que receberam tratamento diário com o uso do gel à base do extrato do MCB na concentração de 2,5%. Cada animal recebeu apenas uma aplicação por dia, iniciado a partir do primeiro dia após a indução das feridas.

Subgrupo B1: ratos que sofreram eutanásia no 7º dia

Subgrupo B2: ratos que sofreram eutanásia no 14º dia

Subgrupo B3: ratos que sofreram eutanásia no 21º dia

Grupo controle Gel de Carbopol: ratos com feridas cutâneas que receberam tratamento diário com o uso de gel de Carbopol sem nenhuma substância adicionada. Cada animal recebeu apenas uma aplicação por dia, iniciado a partir do primeiro dia após a indução das feridas.

Subgrupo C1: ratos que sofreram eutanásia no 7º dia

Subgrupo C2: ratos que sofreram eutanásia no 14º dia

Subgrupo C3: ratos que sofreram eutanásia no 21º dia

4.7 Eutanásia dos Animais

Após o período de testes das técnicas e compostos utilizados, os animais foram submetidos à eutanásia, sendo o momento determinado de acordo com a duração dos testes realizados. Cada animal foi colocado sob anestesia geral, com depressão da consciência e da sensibilidade tátil e motora, por meio da administração de cetamina (60 mg/kg) e xilazina (6 mg/kg), via intramuscular. Posteriormente, foi realizada a eutanásia por deslocamento cervical, provocando a morte do animal. Em seguida, os corpos foram encaminhados para os procedimentos de análise das lesões e retirada das amostras cutâneas para análise microscópica.

4.8 Análise Macroscópica da Ferida

Os animais foram fixados à mesa cirúrgica e, com o auxílio de uma lupa com aumento de 2,5 vezes, realizou-se a medição das áreas lesionadas, a fim de compará-las com a medida padronizada previamente de 2 cm. Concomitantemente, foi efetuado o registro fotográfico digital, utilizando-se uma câmera fixada em um tripé, posicionada a uma distância padrão de 34 cm do paquímetro.

A imagem digital da lesão foi importada para o software ImageJ e, após a delimitação da periferia pelo método polyline (em que todos os pontos da lesão são demarcados), foi realizado o cálculo da área.

4.9 Análise Histológica

O material foi retirado com margem de 1 cm de pele ao redor da lesão, sendo devidamente identificado, colocado em solução de formol a 10% e encaminhado para a confecção das lâminas destinadas à avaliação histológica. As lâminas serão coradas

com hematoxilina-eosina (HE). Foram analisados: proliferação vascular, presença de células mononucleares e polimorfonucleares, proliferação de fibroblastos, presença de colágeno e reepitelização na área de cicatrização.

4.9.1 Análise semiquantitativa

A análise semiquantitativa das lâminas histológicas foi feita com base no escore modificado a partir de LEE et al. (2007). Análise foi feita por dois observadores, com as lâminas de H&E codificadas e randomizadas para dia e grupo, para evitar fatores de confundimento. Os scores são distribuídos de modo que quanto maior a pontuação, melhor é o aspecto para o parâmetro avaliado. Posteriormente, após as consolidações dos dados, os scores foram submetidos análise de variância (ANOVA) de uma via para identificação de resultados estatisticamente diferentes entre si.

As análises foram feitas seguindo os critérios dispostos na tabela 1.

Tabela 1: Escore Semi Quantitativo para Avaliação Histológica da Cicatrização de Feridas.

Escore	Descrição
Epitelização	
1	Hiperplasia e proliferação epitelial incipiente nas margens da lesão
2	Epitélio neoformado cobrindo a superfície da ferida, mas não em toda sua extensão
3	Epitélio neoformado cobrindo totalmente superfície da ferida, porém com estratificação irregular
4	Epitélio completo com queratinização, espessura e maturação normal
Infiltrado Inflamatório	
1	Abundante número de células inflamatórias (PMN)
2	Moderada presença de PMN
3	Poucos leucócitos difusamente dispersos
4	Células inflamatórias residentes
Vascularização	
1	Intensa proliferação de células endoteliais organizando novos vasos
2	Moderada presença de vasos
3	Discreta vascularização
4	Vascularização normal
Proliferação Fibroblástica	
1	Matriz extracelular ainda é pobre em fibras colágenas, identificação de fibroblastos jovens. Presença de edema.
2	Fibroblastos jovens em grande número dispersos em tecido de granulação com produção de nova e delicada MEC
3	Fibroblastos maduros, com menor densidade celular e maior presença de fibras dispostas irregularmente de forma difusa
4	Fase avançada de maturação do tecido conjuntivo, com maior grau de fibrosamento e menor celularidade

Fonte: Modificado de LEE et al. (2007).

4.10 Análise Estatística

Os dados foram analisados utilizando-se o programa Prisma for Windows. Os efeitos no 7º, 14º e 21º dias, em ambos os grupos, foram calculados pelo teste da ANOVA com dois fatores de interação entre si. Foram realizados pós-testes (post hoc) de Tukey para a avaliação dos efeitos, tanto entre os dias da eutanásia, quanto para os efeitos entre os grupos do experimento. Adotou-se como hipótese nula (H_0) a não diferença entre as médias das variáveis dos grupos observadas durante o

experimento. O nível de significância (p) utilizado para se rejeitar a hipótese da nulidade foi de 0,05.

5 RESULTADOS

Foram utilizados 36 animais ao longo da pesquisa. Verificou-se que, em todos os casos, houve o desenvolvimento de crostas durante o experimento. No 14º dia, todos os animais apresentavam feridas limpas e sem secreção. Nessa data, um animal do grupo experimental já apresentava ferida completamente cicatrizada. No 21º dia, todos os animais, de ambos os grupos, apresentavam as feridas totalmente cicatrizadas e fechadas.

A Tabela 02 mostra a comparação da evolução da ferida induzida nos grupos controle, experimental e no grupo tratado com gel de carbopol.

Tabela 2: Aspecto Macroscópico das Feridas Cutâneas nos grupos controle, experimento e controle positivo.

Grupo	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias
Controle				
Experimento				
Gel de Carbopol				

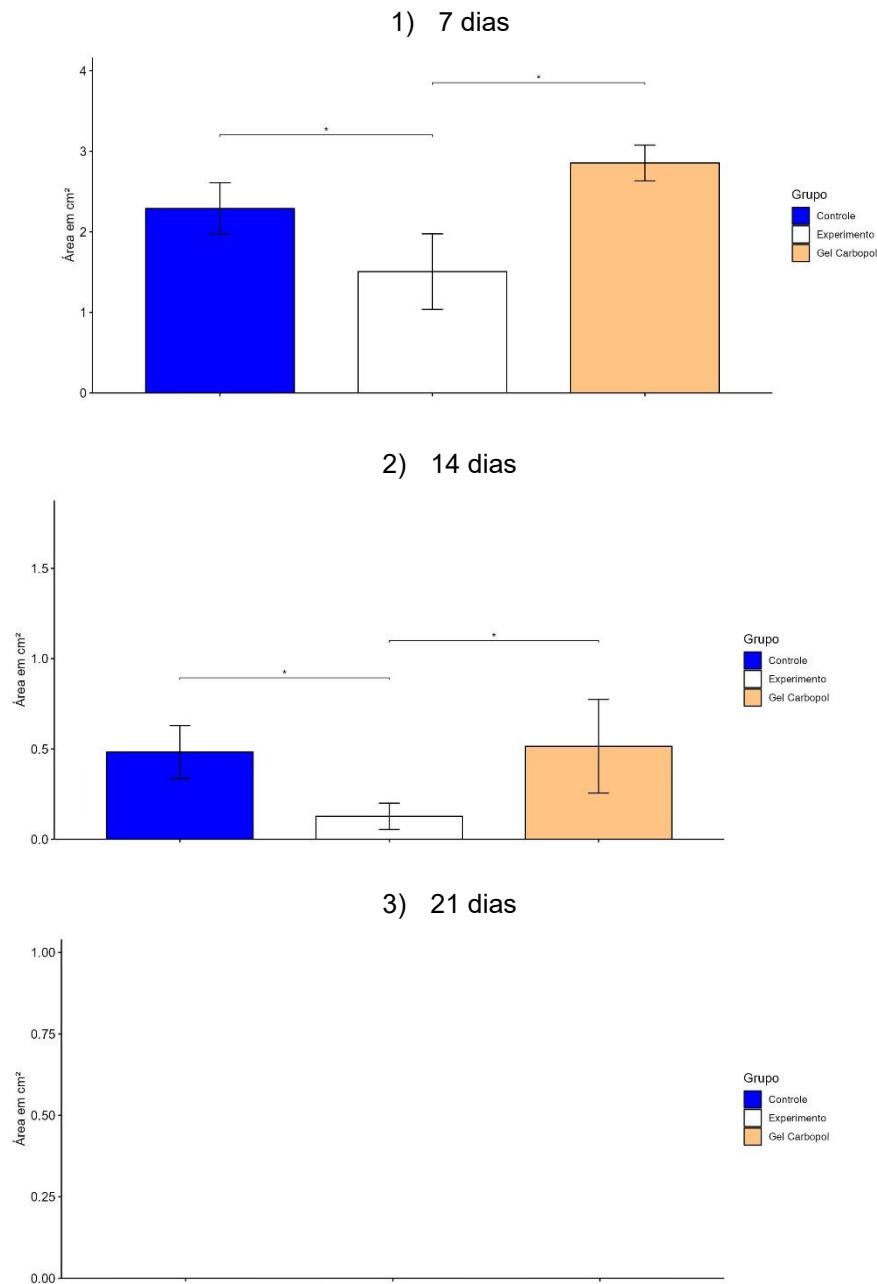
Fonte: Arquivo pessoal, 2025

A Figura 01 apresenta a comparação da planimetria das feridas nos grupos Controle, Experimental e Gel de Carbopol, nos dias 7, 14 e 21, respectivamente.

Observa-se, que a área das feridas dos animais dos grupos Controle e Gel de Carbopol foi maior do que a observada no grupo Experimental aos 7 dias. Além disso, a análise de variância (ANOVA) demonstrou que essa diferença foi estatisticamente significativa na comparação entre os grupos.

Essa tendência se repetiu na análise das feridas dos animais eutanasiados aos 14 dias, com menores áreas para o grupo tratado com o gel à base de mesocarpo de babaçu (MCB), em comparação aos demais grupos. Aos 21 dias, todos os animais apresentavam as feridas completamente cicatrizadas, com resultados planimétricos semelhantes entre os grupos.

Figura 01: Comparação da planimetria das médias das feridas dos grupos utilizados para o estudo nos dias 7, 14 e 21, respectivamente.



Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

Os “**” ligando as barras indicam que há significância estatística entre si evidenciado pela ANOVA e pós-hoc de Tukey.

Quanto à análise histológica, a figura 2 apresenta a comparação dos escores dos grupos experimentais para as variáveis: tecido epitelial, infiltrado inflamatório, proliferação fibroblástica e vascularização.

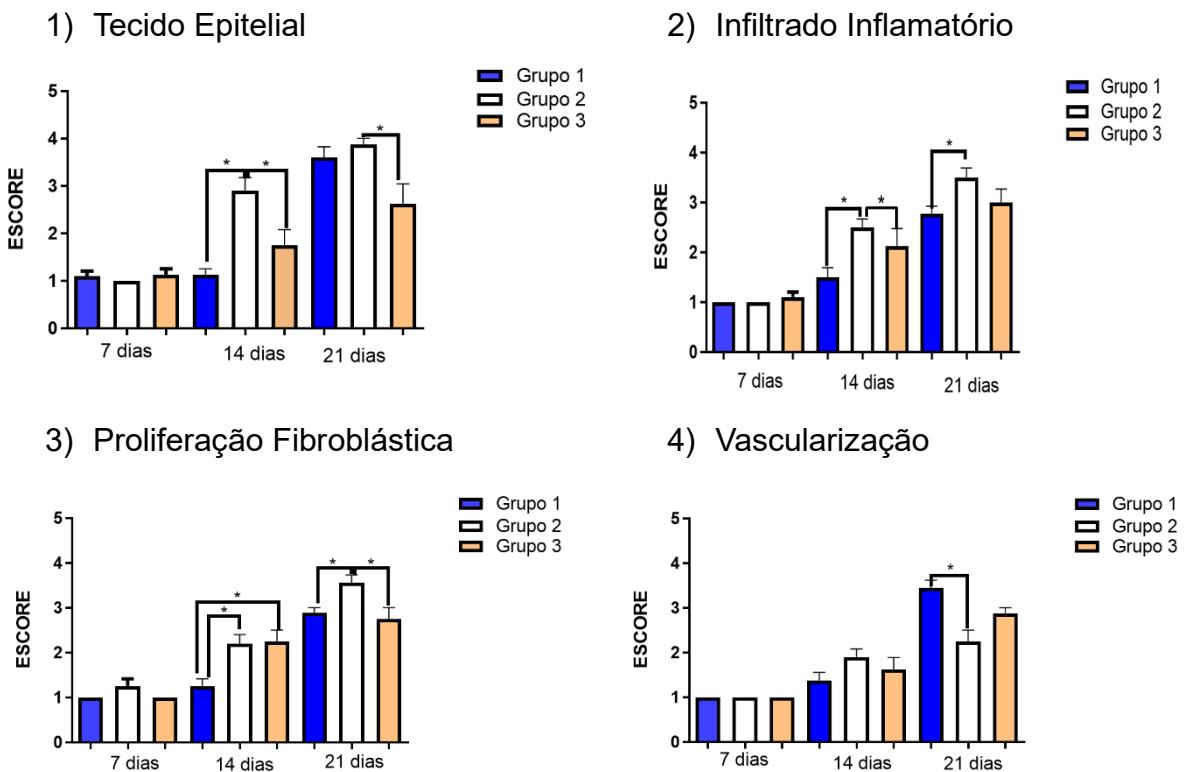
Em relação ao tecido epitelial, a análise revelou que, aos 7 dias, todos os animais apresentavam aspectos histológicos semelhantes, com proliferação epitelial em níveis equivalentes. No entanto, aos 14 dias, os animais do grupo experimental (EMCB) apresentaram melhor desempenho nesse parâmetro, com escores mais elevados. A análise de variância (ANOVA) indicou diferença estatística significativa entre os grupos. Aos 21 dias, apenas o grupo controle (GC) apresentou desempenho inferior aos demais, com significância estatística.

No que diz respeito ao infiltrado inflamatório, os grupos avaliados aos 7 dias apresentaram resultados semelhantes, sem diferença estatisticamente significativa. Aos 14 dias, observou-se diferença significativa apenas entre o grupo EMCB e os demais grupos, com menor nível de inflamação no EMCB. Aos 21 dias, os grupos GC e GGC apresentaram níveis semelhantes de infiltrado inflamatório, sendo que o GC demonstrou desempenho superior ao grupo controle.

Na análise da proliferação fibroblástica, a tendência de equivalência entre os grupos aos 7 dias também foi observada. Contudo, aos 14 dias, os grupos EMCB e GGC apresentaram resultados semelhantes entre si, mas superiores ao grupo GC, com diferença estatística demonstrada pelos testes *post hoc*. Aos 21 dias, o grupo EMCB apresentou desempenho superior aos demais.

Por fim, na análise da vascularização das feridas, observou-se que, nas comparações intergrupos aos 7 e 14 dias, os três grupos apresentaram desempenhos semelhantes. No entanto, aos 21 dias, o grupo EMCB mostrou desempenho semelhante ao GGC, mas inferior ao GC, sendo identificada diferença estatística nesse parâmetro.

Figura 2: Comparação dos Escores para Tecido Epitelial, Infiltrado Inflamatório, Proliferação Fibroblástica e Vascularização entre os animais utilizados para o Estudo.



Fonte: Arquivo pessoal, 2025

Legenda: Grupo 1 = Controle; Grupo 2 = Experimento com MCB; Grupo 3 = Gel de Carbopol.

Os “**” Ligando as barras indicam que há significância estatística entre si evidenciado pela ANOVA e pós-hoc de Tukey.

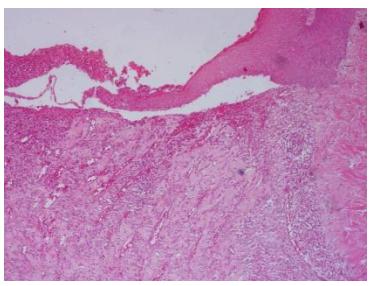
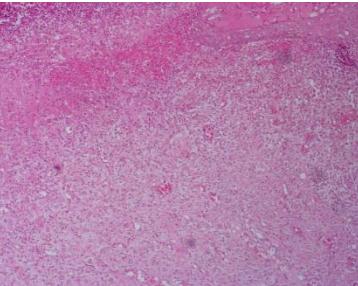
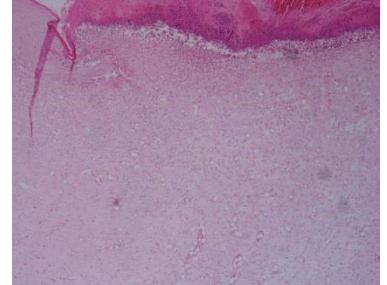
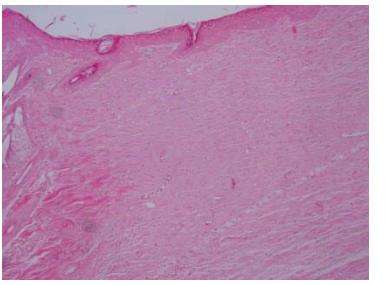
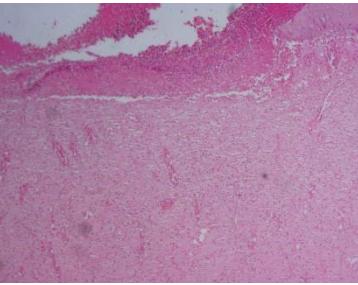
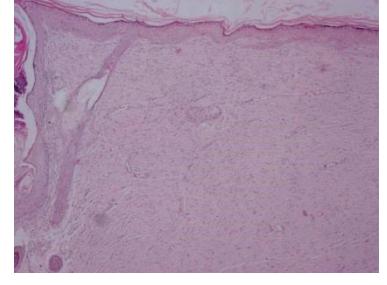
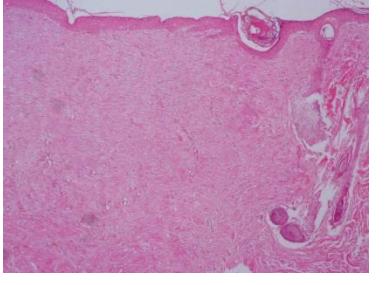
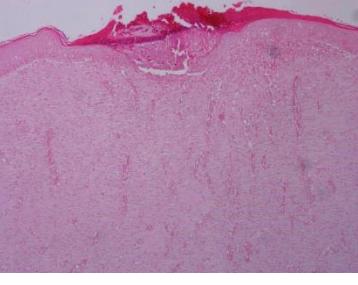
O Quadro 3 apresenta a evolução histológica dos animais utilizados no estudo. Observa-se que, aos 7 dias, os tecidos apresentavam epitélio ainda aberto, com hiperplasia e proliferação epitelial incipiente nas margens da lesão. Além disso, nota-se infiltrado inflamatório evidente, com grande número de células polimorfonucleares e macrófagos. Verificou-se também intensa proliferação vascular, presença discreta de fibroblastos e tecido conjuntivo frouxo e pouco organizado.

Na comparação dos animais aos 14 dias, alguns aspectos histológicos apresentaram diferenças significativas. O epitélio dos animais que receberam o extrato de mesocarpo de coco babaçu (EMCB) mostrou maior formação de epitélio neoformado, com estratificação mais avançada e queratinização evidente, em comparação aos demais grupos. Observou-se também melhora significativa do

infiltrado inflamatório, com menor número de células inflamatórias no grupo EMCB. Quanto à vascularização, ainda se evidenciava grande quantidade de neovasos nos tecidos de todos os grupos. A proliferação fibroblástica demonstrou que os grupos EMCB e GGC apresentavam tecido conjuntivo mais maduro em relação ao grupo controle (GC).

Por fim, aos 21 dias, a maioria dos parâmetros se igualou entre os três grupos. Destaca-se, entretanto, que a proliferação fibroblástica do grupo EMCB foi superior à dos demais, indicando um estágio mais avançado do processo de cicatrização. O epitélio apresentou estratificação, espessura e queratinização semelhantes entre os grupos GC e EMCB, ambos superiores ao grupo GGC. O infiltrado inflamatório encontrava-se em níveis basais, com melhor desempenho do grupo experimental em comparação ao controle. Em relação à vascularização, o grupo controle apresentou melhor resultado, com vasos em níveis basais, enquanto os grupos EMCB e GGC ainda exibiam vasos de calibre intermediário, característicos das fases iniciais da cicatrização.

Tabela 3: Comparação dos aspectos histológicos visualizados em lâminas de HE entre os animais utilizados para o Estudo.

	Controle	Experimento	Gel de Carbopol
7 dias			
14 dias			
21 dias			

Fonte: Arquivo pessoal, 2025

6 DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos, os achados planimétricos reforçam a eficácia do MCB: a redução significativa da área das feridas nos dias 7 e 14 foi acompanhada por dados histológicos que evidenciam maior organização tecidual e melhor evolução da resposta inflamatória. Essa correlação entre os achados macro e microscópicos fortalece a hipótese de que o gel à base de MCB atua de forma eficaz nas diferentes fases da cicatrização, acelerando o fechamento da ferida e promovendo uma regeneração tecidual mais eficiente.

Os resultados da análise histológica demonstraram que o grupo tratado com MCB apresentou melhora significativa na reepitelização aos 14 dias, a qual se manteve aos 21 dias. Esse dado é particularmente relevante, pois indica não apenas uma cobertura epitelial mais precoce, mas também um epitélio mais estratificado e maduro, evidenciado pela presença de queratinização nas amostras analisadas.

Além disso, a maior proliferação fibroblástica observada nesse grupo, tanto aos 14, quanto aos 21 dias, sugere uma aceleração dos processos de remodelação tecidual. Essa proliferação está diretamente associada à deposição de colágeno e à organização da matriz extracelular, componentes fundamentais para a formação de uma cicatriz funcional e resistente (Freedman et al., 2023).

Santos et al. (2020) demonstraram que a aplicação do extrato aquoso do MCB levou à melhora da área da ferida e a uma maior rapidez na reepitelização das lesões em cobaias, com resultados mais evidentes a partir de 12 dias de aplicação do composto (Santos et al., 2020b).

Em outro estudo, com metodologia semelhante à deste trabalho, as áreas das feridas no grupo tratado com MCB mostraram-se significativamente menores, tanto aos 7, quanto aos 14 dias, mas apresentaram valores semelhantes aos do grupo controle aos 21 dias, com reepitelização total, assim como observado neste estudo. Os autores ainda relataram a visualização de epitélio maduro aos 14 dias de experimento em algumas cobaias, achado compatível com os resultados encontrados na presente pesquisa (Amorim et al., 2006).

Além das análises em feridas cutâneas, os efeitos do MCB também foram investigados na cicatrização de outras estruturas. A análise da cicatrização de rafias colônicas demonstrou que o EMCB atuou de forma positiva no fechamento da

anastomose, reduzindo a ocorrência de fístulas e aumentando a resistência dos tecidos, em comparação aos grupos controle utilizados no estudo (Silva et al., 2015).

Em outro estudo, Scheibe et al. (2016) avaliaram os efeitos do MCB em cecorrafias, observando que a injeção intraperitoneal de 50 mg/kg do extrato aquoso melhorou variáveis histológicas em ratos submetidos à cecotomia. Aos 14 e 21 dias de avaliação, foi observada maior migração de fibroblastos e maior proliferação de colágeno no tecido analisado (Scheibe et al., 2016).

Retomando a fase inflamatória da cicatrização, sabe-se que, quando essa fase se prolonga além do tempo fisiológico esperado, o processo cicatricial pode ser comprometido, tornando-se crônico e ineficaz. A inflamação persistente impede a progressão para as fases subsequentes da cicatrização, promovendo degradação contínua da matriz extracelular, mediada principalmente pela atividade exacerbada de enzimas como as TIMPs (Raziyeva et al., 2021).

Como consequência, há maior risco de infecção, atraso na formação do tecido de granulação e surgimento de úlceras crônicas, especialmente em pacientes com condições subjacentes, como diabetes mellitus. Além disso, a inflamação prolongada pode desencadear uma resposta fibrogênica excessiva, favorecendo a formação de cicatrizes hipertróficas ou queloides. Dessa forma, a resolução eficiente e oportuna da fase inflamatória é essencial para uma cicatrização adequada e funcional (Raziyeva et al., 2021).

Com base nisso, um dos principais objetivos no manejo de feridas é a redução da fase inflamatória e a aceleração da transição para a etapa proliferativa. Para esse fim, o uso de substâncias com propriedades anti-inflamatórias e antimicrobianas é prática comum na estomaterapia, com o intuito de acelerar o processo de cicatrização, especialmente em feridas de grande extensão (Freedman et al., 2023).

A atividade anti-inflamatória do coco babaçu é um importante objeto de pesquisa. Propriedades antioxidantes já foram identificadas no mesocarpo do coco babaçu (MCB), com redução de espécies reativas de oxigênio, radicais livres e peróxido de hidrogênio em ensaios *in vitro* (Lima et al., 2023). Além disso, análises de citocinas demonstraram significativa redução da atividade de citocinas pró-inflamatórias, como IL-1 e TNF- α , além do estímulo à expressão de metaloproteinases, com melhora do aspecto geral das lesões (Santos et al., 2020b).

Propriedades antimicrobianas também vêm sendo investigadas no coco babaçu. A atividade contra *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina já foi

documentada, com resultados positivos quanto à ação antibiótica e potencial para exploração em estudos clínicos (Barroqueiro et al., 2024). Além disso, estudos demonstraram aumento nas taxas de cura em animais infectados por *Leishmania* tratados com gel à base de compostos do mesocarpo do coco babaçu (Silva et al., 2018).

Neste estudo, os achados relacionados à proliferação inflamatória mostraram que os grupos apresentaram evolução semelhante aos 7 dias de análise. Contudo, aos 14 dias, os animais do grupo experimental apresentaram melhor desempenho quanto à presença de células inflamatórias. Essa resposta sugere uma atuação anti-inflamatória do extrato, condizente com estudos anteriores que apontam seu potencial na modulação de citocinas pró-inflamatórias. A menor carga inflamatória pode contribuir para um microambiente mais propício à cicatrização, minimizando danos celulares e favorecendo a migração e atividade de fibroblastos e queratinócitos.

O estudo de Amorim et al. (2006) apresentou menor contagem de células inflamatórias aos 7 dias de experimento. Contudo, o infiltrado inflamatório mostrou-se estatisticamente equivalente entre os grupos controle e experimental aos 14 e 21 dias, o que contrasta com os achados do presente estudo (Amorim et al., 2006).

Na avaliação da cicatrização pleural em cobaias, foi observado que os animais tratados com EMCB apresentaram menor quantificação de células polimorfonucleares ao final do experimento, além de contagem diferencial favorável em comparação ao grupo controle. No entanto, tais achados foram mais proeminentes aos 7 e 14 dias, padrão que não foi completamente reproduzido na presente pesquisa (Amorim et al., 2016).

A cicatrização de feridas na linha alba foi o foco de um estudo realizado em 2006. Nesse trabalho, os animais receberam aplicação intra-abdominal do extrato e foram comparados com um grupo tratado com solução salina. Os resultados não evidenciaram diferença significativa quanto ao infiltrado inflamatório entre os grupos. No entanto, em outros parâmetros — como tensão e reepitelização — o grupo experimental apresentou desempenho superior (Brito Filho et al., 2006).

Em relação à vascularização ao longo da cicatrização, com o avanço das fases, os novos vasos tendem a sofrer apoptose e regressão aos níveis pré-lesionais, uma vez que, tanto as necessidades metabólicas, quanto o transporte de células para os tecidos neoformados, diminuem com a reepitelização. A manutenção de grande

quantidade de vasos pode indicar uma cicatrização mais lenta ou a persistência de inflamação/infeção ao longo do processo cicatricial (Almadani et al., 2021).

Nos achados deste estudo, observou-se que, aos 21 dias, o grupo controle apresentou menor número de vasos, sugerindo a finalização da fase de neovascularização e o início da maturação tecidual. Por outro lado, os grupos tratados com MCB e GGC ainda apresentaram vasos de calibre intermediário, o que pode ser interpretado como uma estimulação vasogênica prolongada induzida pelo MCB ou, alternativamente, como um indicativo de que a fase de remodelação ainda não foi completamente concluída nesses grupos (Freedman et al., 2023).

Embora não haja, até o momento, evidências diretas de que o extrato de babaçu ative especificamente essas vias, ele é rico em compostos fenólicos, como flavonoides e taninos, os quais, em outros modelos biológicos, são reconhecidos por modular vias de sinalização envolvidas na angiogênese, como PI3K/Akt, VEGF e óxido nítrico (NO) (Cabán; Lewandowska, 2021; Subbaraj; Kumar; Kulanthaivel, 2021).

Além disso, sua ação pro-angiogênica já foi observada em modelos de cicatrização intestinal e gástrica, sugerindo possível envolvimento dessas rotas moleculares (Amorim et al., 2006; Brito Filho et al., 2006). Tal hipótese reforça a necessidade de estudos adicionais que avaliem diretamente a expressão de marcadores como VEGF e eNOS em tecidos tratados com o extrato.

Já em outros estudos, não foram observadas diferenças entre o extrato e o grupo controle, com evolução semelhante nas análises intergrupos e ausência de ação direta ou indireta do extrato sobre a vascularização das feridas (Amorim et al., 2016).

Cabe ressaltar que, ao contrário do presente trabalho, o extrato utilizado em estudos anteriores não foi incorporado a um veículo. Embora o gel de carbopol apresente, em geral, um perfil neutro quanto à ação sobre os vasos, resíduos do processo de fabricação podem causar irritação em vasos de pequeno calibre (Safitri; Nawangsari; Febrina, 2021). Esse fator deve ser considerado em futuros estudos que pretendam explorar a ação do MCB nessa formulação.

Este estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. A utilização de um modelo animal, embora amplamente aceito em pesquisas pré-clínicas, pode não reproduzir integralmente as respostas fisiológicas humanas, especialmente devido à presença do músculo panículo carnoso nos ratos, que

favorece a contração da ferida. Além disso, a análise foi restrita ao acompanhamento de 21 dias, o que não permite avaliar o comportamento do tecido cicatricial em fases mais tardias da remodelação. Por fim, a ausência de testes moleculares limitou a compreensão dos mecanismos bioquímicos específicos envolvidos na ação cicatrizante do extrato.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo experimental evidenciam que o gel à base do extrato aquoso do mesocarpo do coco babaçu (MCB) apresenta propriedades cicatrizantes relevantes, destacando-se como um potencial fitoterápico de uso tópico para o tratamento de feridas cutâneas. A análise planimétrica demonstrou que os animais tratados com o gel de MCB apresentaram redução significativa da área da ferida aos 7 e 14 dias, em comparação com os grupos controle e gel de carbopol. Tais resultados foram corroborados pelos dados histológicos, que revelaram maior proliferação fibroblástica, reepitelização mais avançada e redução do infiltrado inflamatório no grupo tratado com o extrato.

Esses achados indicam que o gel de MCB atuou positivamente em todas as fases do processo de cicatrização, promovendo uma recuperação tecidual mais eficiente nas fases iniciais e intermediárias. Embora aos 21 dias todos os grupos tenham apresentado feridas cicatrizadas, o grupo tratado com MCB manteve melhor organização histológica do tecido, evidenciando um processo de regeneração mais eficaz.

Além disso, os resultados observados nesta pesquisa corroboram estudos prévios que demonstram os efeitos anti-inflamatórios, antioxidantes e regenerativos do extrato do mesocarpo de babaçu. O uso do gel de carbopol como veículo também se mostrou adequado, sem interferências significativas nos parâmetros analisados.

Dessa forma, pode-se concluir que o extrato aquoso do mesocarpo de coco babaçu, na forma de gel tópico, configura-se como uma alternativa promissora e de baixo custo para a cicatrização de feridas cutâneas, com potencial de aplicação em contextos clínicos e comunitários. Reforça-se, portanto, a importância de novos estudos que explorem sua aplicabilidade em seres humanos, sua ação em diferentes tipos de lesões e sua formulação em concentrações variadas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMADANI, Yasser H. *et al.* Wound Healing: A Comprehensive Review. **Seminars in Plastic Surgery**, v. 35, n. 3, p. 141–144, ago. 2021.
- AMORIM, Elias *et al.* Efeito do uso tópico do extrato aquoso de *Orbignya phalerata* (babaçu) na cicatrização de feridas cutâneas: estudo controlado em ratos. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 21, p. 67–76, 2006.
- AMORIM, Elias *et al.* The effects of aqueous extract of babassu (*Orbignya phalerata*) on the pleura and lung parenchyma in rats. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 31, p. 243–249, abr. 2016.
- ARARUNA, Fernanda Oliveira Sousa. AMIDO DE MESOCARPO DE *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng. (BABAÇU) NA FABRICAÇÃO DE FILMES CICATRIZANTES. 26 fev. 2021.
- BARROQUEIRO, Ângela Tâmara Lemos Souza *et al.* The anti-infective and immunologic effect of babassu (*Attalea speciosa*, Mart. ex Spreng) reduces mortality induced by MRSA-*Staphylococcus aureus*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 320, p. 117363, 10 fev. 2024.
- BATISTA DE FARIAS, Gabriela *et al.* Chemical constituent analysis of the Babassu (*Orbignya phalerata* Mart.) mesocarp. **Universitas Scientiarum**, v. 24, n. 2, p. 323–335, 22 jul. 2019.
- BRITO FILHO, Sebastião Barreto de *et al.* Análise da cicatrização na Linha Alba com uso de extrato aquoso de *Orbignya phalerata* (babaçu): estudo controlado em ratos. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 21, p. 76–88, 2006.
- CABAN, Miłosz; LEWANDOWSKA, Urszula. Inhibiting effects of polyphenols on angiogenesis and epithelial-mesenchymal transition in anterior segment eye diseases. **Journal of Functional Foods**, v. 87, p. 104761, 1 dez. 2021.
- COLARES, Carlos Matheus Pierson *et al.* CICATRIZAÇÃO E TRATAMENTO DE FERIDAS: A INTERFACE DO CONHECIMENTO À PRÁTICA DO ENFERMEIRO. **Enfermagem em Foco**, v. 10, n. 3, 7 nov. 2019.
- FAGUNDES, Djalma José; TAHA, Murched Omar. Modelo animal de doença: critérios de escolha e espécies de animais de uso corrente. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 19, p. 59–65, jan. 2004.
- FREEDMAN, Benjamin R. *et al.* Breakthrough treatments for accelerated wound healing. **Science Advances**, v. 9, n. 20, p. eade7007, 19 maio 2023.
- HONG, Yi-Kai *et al.* Inflammation in Wound Healing and Pathological Scarring. **Advances in Wound Care**, v. 12, n. 5, p. 288–300, maio 2023.

KATHAWALA, Mustafa Hussain *et al.* Healing of Chronic Wounds: An Update of Recent Developments and Future Possibilities. **Tissue Engineering. Part B, Reviews**, v. 25, n. 5, p. 429–444, out. 2019.

LIMA, Mércia Machado Araújo *et al.* Photoprotective and antioxidant effect of babassu mesocarp flour extracts. **Acta Amazonica**, v. 53, p. 294–301, 13 nov. 2023.

MASSON-MEYERS, Daniela S. *et al.* Experimental models and methods for cutaneous wound healing assessment. **International Journal of Experimental Pathology**, v. 101, n. 1–2, p. 21–37, 2020.

PAIXÃO, Lourival Coelho. APLICAÇÕES FARMACÊUTICAS E BIOPRODUTOS DO BABAÇU (*Attalea speciosa* Mart.ex Spreng): REVISÃO. **Revista de Ciências da Saúde**, p. 35–44, 22 jul. 2021.

RAZIYEVA, Kamila *et al.* Immunology of Acute and Chronic Wound Healing. **Biomolecules**, v. 11, n. 5, p. 700, 8 maio 2021.

RUIZ, Paula Buck de Oliveira; LIMA, Antônio Fernandes Costa. Custos diretos médios da assistência ambulatorial, hospitalar e domiciliar prestada aos pacientes com feridas crônicas. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 56, p. e20220295, 14 nov. 2022.

SAFITRI, Fenny Indah; NAWANGSARI, Desy; FEBRINA, Dina. Overview: Application of Carbopol 940 in Gel. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH AND MEDICAL SCIENCES (AHMS 2020)*. **Anais...** Atlantis Press, 27 jan. 2021. Disponível em: <<https://www.atlantis-press.com/proceedings/ahms-20/125951906>>. Acesso em: 30 ago. 2022

SANTOS, Francisco Dimitre Rodrigo Pereira *et al.* Uso do óleo de coco babaçu (*Attalea speciosa*) como emoliente em formulação fitocosmética com ação hidratante. **REVISTA CEREUS**, v. 12, n. 4, p. 2–13, 17 dez. 2020a.

SANTOS, José Alex A. *et al.* In Vitro and In Vivo Wound Healing and Anti-Inflammatory Activities of Babassu Oil (*Attalea speciosa* Mart. Ex Spreng., Arecaceae). **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: eCAM**, v. 2020, p. 8858291, 2020b.

SARIMAHMUT, Mehmet *et al.* Evaluation of genotoxic and apoptotic potential of *Hypericum adenotrichum* Spach. in vitro. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 74, p. 137–146, fev. 2016.

SCHEIBE, Christian Lamar *et al.* ***Schinus terebinthifolius*** raddi (Aroeira) and ***Orbignya phalerata*** mart. (Babassu) effect in cecorrhaphy healing in rats. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 31, p. 402–410, jun. 2016.

SETH, Ishith *et al.* Impact of nutrition on skin wound healing and aesthetic outcomes: A comprehensive narrative review. **JPRAS open**, v. 39, p. 291–302, mar. 2024.

SGANZERLA, Camila Mabel *et al.* REVISÃO INTEGRATIVA APLICADA A LEVANTAMENTOS ETNOBOTÂNICOS DE PLANTAS MEDICINAIS NO BRASIL. **Revista Acta Ambiental Catarinense**, v. 19, n. 1, p. 01–16, 2022.

SILVA, Cícero Evandro Soares *et al.* Effect of *Carapa guianensis* Aublet (Andiroba) and *Orbignya phalerata* (Babassu) in colonic healing in rats. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 42, p. 399–406, dez. 2015.

SILVA, Mayara Cristina Pinto da *et al.* Antileishmanial and Immunomodulatory Effect of Babassu-Loaded PLGA Microparticles: A Useful Drug Target to *Leishmania amazonensis* Infection. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2018, 2018.

SORG, Heiko; SORG, Christian G. G. Skin Wound Healing: Of Players, Patterns, and Processes. **European Surgical Research. Europäische Chirurgische Forschung. Recherches Chirurgicales Européennes**, v. 64, n. 2, p. 141–157, 2023.

SUBBARAJ, Gowtham Kumar; KUMAR, Yasam Santhosh; KULANTHAIVEL, Langeswaran. Antiangiogenic role of natural flavonoids and their molecular mechanism: an update. **The Egyptian Journal of Internal Medicine**, v. 33, n. 1, p. 29, 6 set. 2021.

TAKEJIMA, Milka Lie *et al.* CURATIVO DE NANOFIBRAS DE CELULOSE VEGETAL AUXILIA NA CICATRIZAÇÃO DE QUEIMADURAS DE TERCEIRO GRAU? ESTUDO EM RATOS. **ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)**, v. 34, p. e1586, 18 out. 2021.

TORRES, Orlando Jorge Martins *et al.* ACTIVITY OF *ORBIGNYA PHALERATA* AND *EUTERPE EDULES* IN THE PREVENTION AND TREATMENT OF PEPTIC ULCER IN RATS. **ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)**, v. 31, p. e1390, 16 ago. 2018.

WILKINSON, Holly N.; HARDMAN, Matthew J. Wound healing: cellular mechanisms and pathological outcomes. **Open Biology**, v. 10, n. 9, p. 200223, 30 set. 2020.