v7.n10.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

COMPARAÇÃO ENTRE ULTRASSOM MICROFOCADO E ÁCIDO POLI-L-LÁCTICO QUANTO À RESPOSTA INFLAMATÓRIA SISTÊMICA ASSOCIADA À BIOESTIMULAÇÃO TECIDUAL

COMPARISON BETWEEN MICROFOCUSED ULTRASOUND AND POLY-L-LACTIC ACID REGARDING THE SYSTEMIC INFLAMMATORY RESPONSE ASSOCIATED WITH TISSUE BIOSTIMULATION

COMPARACIÓN ENTRE ULTRASONIDO MICROFOCALIZADO Y ÁCIDO POLI-L-LÁCTICO EN CUANTO A LA RESPUESTA INFLAMATORIA SISTÉMICA ASOCIADA A LA BIOESTIMULACIÓN TISULAR

Marcos Henrique Batista de Oliveira[1], Ketly Larissa Gomes Pereira Oliveira[1], Francielle Bonet Ferraz[2]

e7108853
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i10.8853

PUBLICADO: 10/2026

RESUMO

A busca por procedimentos capazes de promover bioestimulação tecidual e rejuvenescimento cutâneo tem impulsionado o uso de tecnologias minimamente invasivas na estética, destacando-se o ultrassom microfocado (MFUS) e o ácido poli-L-láctico (PLLA). Este estudo compara os efeitos dessas duas técnicas por meio da avaliação de biomarcadores inflamatórios e metabólicos sistêmicos (VHS, leucócitos, HbA1c, PCR e IL-6) antes e vinte e quatro horas após os procedimentos. A pesquisa adotou delineamento observacional comparativo e prospectivo, com medidas repetidas em seis voluntários distribuídos em dois grupos (n = 3 submetidos ao MFUS e n = 3 ao PLLA conforme indicação clínica). Os resultados não demonstraram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ou entre os momentos avaliados. Nas condições avaliadas, não foram detectadas alterações estatisticamente significativas nos biomarcadores sistêmicos analisados após vinte e quatro horas; contudo, o pequeno tamanho amostral limita conclusões sobre segurança e resposta inflamatória local. Os achados indicam a necessidade de estudos com maior número de participantes e acompanhamento em longo prazo.

PALAVRAS-CHAVE: Inflamação. Bioestimulação. Colágeno. Estética.

ABSTRACT

The search for procedures capable of promoting tissue biostimulation and skin rejuvenation has driven the use of minimally invasive technologies in aesthetics, notably microfocused ultrasound (MFUS) and poly-L-lactic acid (PLLA). This study compares the effects of these two techniques by evaluating systemic inflammatory and metabolic biomarkers (ESR, leukocytes, HbA1c, CRP, and IL-6) before and twenty-four hours after the procedures. The research employed a prospective comparative observational design with repeated measures involving six volunteers divided into two groups (n = 3 received MFUS and n = 3 received PLLA based on clinical indication). The results showed no statistically significant differences between groups or evaluated time points. Under the conditions evaluated, no statistically significant changes were detected in the systemic biomarkers analyzed after twenty-four hours; however, the small sample size limits conclusions regarding safety and local inflammatory response. These findings indicate the need for further studies with larger sample sizes and long-term follow-up.

KEYWORDS: *Inflammation. Biostimulation. Collagen. Aesthetics.*

[1] UEPA Universidade do Estado do Pará, Bacharel em Biomedicina.
[2] UENF Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, doutora.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

RESUMEN
La búsqueda de procedimientos capaces de promover la bioestimulación tisular y el rejuvenecimiento de la piel ha impulsado el uso de tecnologías mínimamente invasivas en estética, especialmente el ultrasonido microfocalizado (MFUS) y el ácido poli-L-láctico (PLLA). Este estudio compara los efectos de estas dos técnicas mediante la evaluación de biomarcadores inflamatorios y metabólicos sistémicos (VSG, leucocitos, HbA1c, PCR e IL-6) antes y veinticuatro horas después de los procedimientos. La investigación adoptó un diseño observacional comparativo y prospectivo con medidas repetidas en seis voluntarios distribuidos en dos grupos (n = 3 sometidos a MFUS y n = 3 a PLLA según indicación clínica). Los resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ni entre los momentos evaluados. En las condiciones evaluadas, no se detectaron cambios estadísticamente significativos en los biomarcadores sistémicos analizados después de veinticuatro horas; sin embargo, el pequeño tamaño muestral limita las conclusiones sobre la seguridad y la respuesta inflamatoria local. Los hallazgos indican la necesidad de realizar estudios con un mayor número de participantes y un seguimiento a largo plazo.

PALABRAS CLAVE*: Inflamación. Bioestimulación. Colágeno. Estética.*

INTRODUÇÃO

A pele, o maior órgão do corpo humano, é responsável pelo revestimento do organismo, atuando como uma barreira protetora que isola e faz a comunicação com o meio externo. Por possuir uma estrutura ativa, a pele tem a capacidade de se reparar e se renovar, além de ter potencial de impermeabilidade, o que é fundamental para a homeostase, visto que proporciona termorregulação, controle hemodinâmico e secreção de suor, sebo, queratina e melanina. Além disso, a pele desempenha função sensorial por meio de receptores que propiciam o reconhecimento do toque, da pressão e da sensibilidade tátil (Montoni Júnior, 2023).

Nesse sentido, a pele é composta por três camadas: hipoderme, derme e epiderme. A hipoderme, camada mais profunda, é formada principalmente por tecido adiposo e atua como reserva de nutrientes e isolante térmico. A derme, camada intermediária, é composta por vários tipos celulares, como fibroblastos, histiócitos, células dendríticas e mastócitos, além de ser rica em vasos sanguíneos e nervos, tendo o colágeno como seu principal constituinte estrutural. A epiderme, por sua vez, é a camada mais superficial, constituída por tecido epitelial estratificado avascular, pavimentoso e queratinizado (Di Luccia; Gotardo, 2023). Os fibroblastos são células localizadas na derme, responsáveis pela síntese de componentes essenciais da matriz extracelular, como o colágeno, a elastina, a substância fundamental amorfa, o ácido hialurônico, além de enzimas e fatores de crescimento (Montoni, 2021).

Sob esse viés, o envelhecimento cutâneo é um processo fisiológico natural, progressivo e degenerativo (Siqueira, 2022). Nesse processo, observa-se a diminuição da espessura dermal e a redução da síntese de colágeno, acompanhadas pelo aumento de sua degradação devido à

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

maior atividade de colagenases. Consequentemente, as células reduzem sua capacidade de renovação, comprometendo a firmeza e a elasticidade da pele (Soares *et al.*, 2024). Na face, o envelhecimento manifesta-se por alterações que incluem a degradação do colágeno, a redistribuição da gordura subcutânea e a reabsorção óssea. À medida que o envelhecimento avança, a elasticidade cutânea reduz-se significativamente, favorecendo a ptose facial e a flacidez, importantes queixas na prática estética (Néri *et al.*, 2023).

O colágeno é uma proteína fibrilar que compõe a estrutura da matriz extracelular da pele. Sua morfologia e propriedades mecânicas conferem força tênsil e resistência, sendo constituído por três cadeias polipeptídicas organizadas em tripla-hélice (Palma; Espinha; de Carvalho, 2023). Trata-se da classe proteica mais abundante em mamíferos, correspondendo a aproximadamente 25% a 30% da massa proteica total do organismo, desempenhando papel estrutural decisivo na sustentação e resistência tecidual (Siqueira, 2022).

O aumento da expectativa de vida da população tem impulsionado a procura por procedimentos estéticos voltados ao rejuvenescimento e ao combate à flacidez cutânea (Soares *et al.*, 2024). Dentre as estratégias disponíveis para induzir o remodelamento tecidual e o estímulo à neocolagênese por meio do aquecimento dérmico ou da imunomodulação local, destacam-se o Ultrassom Microfocado (MFUS) e o Ácido Poli-L-Láctico (PLLA) injetável (comercialmente apresentado como Sculptra®, New-Fill® ou Rennova® Elleva), ambos com amplos relatos de eficácia clínica (Fabi *et al.*, 2024; Murao, 2021).

Os bioestimuladores e as tecnologias baseadas em energia induzem um processo inflamatório subclínico local que pode deflagrar a liberação de mediadores químicos pró-inflamatórios na circulação, assumindo o papel de biomarcadores sistêmicos da sequência de fenômenos inflamatórios agudos associados ao reparo tecidual (Da Cunha *et al.*, 2022). O processo inflamatório é iniciado por estímulos térmicos ou mecânicos que promovem alterações hemodinâmicas na microcirculação, seguidas por fenômenos exsudativos que caracterizam o leve edema e eritema transitórios no local tratado (Da Cunha *et al.*, 2022; Janakiram *et al.*, 2021). A partir dessa resposta inicial, desencadeiam-se os processos reparativos, nos quais os fibroblastos sintetizam e organizam novas fibras de colágeno, reestruturando gradativamente a matriz extracelular (Moretti *et al.*, 2022).

O MFUS é uma alternativa não invasiva indicada para o tratamento da flacidez. A tecnologia atua emitindo energia ultrassônica focalizada que gera pontos discretos de coagulação térmica (TCP) na derme reticular e no Sistema Aponeurótico Muscular Superficial (SMAS), sem causar danos à epiderme (Contini *et al.*, 2023; Murao, 2021). O SMAS é uma rede fibromuscular composta por fibras colágenas e tecido adiposo que conecta a musculatura facial

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

à derme (Montoni, 2021). A energia entregue ao SMAS e à derme induz a desnaturação e a contração térmica imediata do colágeno, estimulando a neocolagênese subsequente e o enrijecimento tecidual (Néri *et al.,* 2023).

Por sua vez, o PLLA é um polímero sintético, injetável, biocompatível e biodegradável, que provoca uma resposta inflamatória subclínica e controlada do tipo reação de corpo estranho, resultando no estímulo progressivo à síntese de colágeno autólogo, na melhora da firmeza e no tratamento da flacidez facial (Nikolis; Avelar; Enright, 2021). Cabe pontuar que o PLLA requer um intervalo temporal (geralmente até 90 dias) para que o remodelamento tecidual se traduza em resultados clínicos visíveis (Nikolis; Avelar; Enright, 2021).

Para a compreensão da repercussão biológica desses procedimentos, destacam-se os biomarcadores inflamatórios, caracterizados como substâncias passíveis de quantificação objetiva em fluidos biológicos que sinalizam processos fisiológicos ou respostas a intervenções (Saleh *et al.*, 2019). Entre eles, citocinas pró-inflamatórias como a IL-6 desempenham papel central ao estimular a síntese hepática de proteínas de fase aguda, como a Proteína C Reativa (PCR), biomarcador sensível de inflamação sistêmica cujos níveis séricos se elevam precocemente após o estímulo (Tanaka; Narazaki; Kishimoto, 2014; Pereira; Costa, 2022). A Velocidade de Hemossedimentação (VHS) também reflete a resposta de fase aguda, porém com cinética de variação mais lenta (Ramos, 2022), enquanto a contagem global e diferencial de leucócitos no hemograma permite monitorar a mobilização das células de defesa frente ao estímulo tecidual (Carvalho *et al.*, 2024). Por fim, a hemoglobina glicada (HbA1c), embora não seja um marcador inflamatório, pode ser utilizada como uma variável metabólica de controle, pois atua como um indicador do controle glicêmico e metabólico basal dos indivíduos, permitindo caracterizar a amostra e monitorar potenciais fatores de confusão prévios à intervenção (Seo; Park, 2021).

Diante disso, a realização deste estudo justifica-se pela ampla utilização do MFUS e do PLLA na prática clínica e pela necessidade de investigar a magnitude da resposta inflamatória sistêmica aguda por eles desencadeada. Embora a eficácia de ambas as técnicas no estímulo à neocolagênese esteja bem estabelecida, há escassez de dados comparativos sobre a variação de biomarcadores inflamatórios sistêmicos nas primeiras 24 horas após as aplicações.

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo geral comparar o efeito do ultrassom microfocado (MFUS) e do ácido poli-L-láctico (PLLA) na resposta inflamatória sistêmica aguda e no perfil metabólico. Especificamente, busca-se avaliar as variações dos parâmetros hematológicos e bioquímicos (VHS, leucócitos, PCR e IL-6) antes e 24 horas após as intervenções, considerando a estabilidade metabólica basal dos participantes.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo observacional comparativo e prospectivo, com medidas repetidas pré e pós-procedimento, realizado com indivíduos submetidos a procedimentos de bioestimulação com MFUS e PLLA, atendidos na Clínica de Estética Avançada e Harmonização Facial Beauté, localizada no município de Marabá, Pará, Brasil. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado do Pará (UEPA), sob parecer nº 7.473.093, conforme a Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, sendo a coleta iniciada após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Foram incluídos no estudo indivíduos que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), submetidos a tratamento com MFUS ou PLLA, que aceitaram a realização da coleta de sangue nos momentos pré e pós-procedimento. Também foram considerados aptos os indivíduos alfabetizados, maiores de 18 anos e que apresentavam bom estado de saúde aparente. Foram excluídos os indivíduos que se recusaram a assinar o TCLE, aqueles submetidos simultaneamente aos tratamentos com MFUS e PLLA, portadores de doenças crônicas e/ou autoimunes, gestantes, bem como indivíduos menores de 18 anos e analfabetos.

A amostra foi composta por 6 participantes, sendo 3 submetidos ao MFUS e 3 ao PLLA. A divisão dos participantes ocorreu de acordo com o procedimento realizado na prática clínica, sendo alocados nos grupos MFUS e PLLA conforme a indicação terapêutica previamente estabelecida pelos profissionais da clínica após avaliação individual dos participantes, sendo registradas suas características basais para caracterização do perfil dos grupos. Foram utilizados o Rennova Elleva® como bioestimulador por PLLA e o Ultraformer III® como equipamento de MFUS, ambos aplicados na região facial seguindo as orientações e parâmetros operacionais recomendados pelos fabricantes para tratamento de flacidez.

Desse modo, no tratamento facial com MFUS, foram realizadas aplicações em diferentes planos teciduais. Após higienização e delimitação das áreas, os disparos foram realizados de forma vetorizada, respeitando as características anatômicas de cada região. Foram utilizados os transdutores de 4,5 mm, 3,0 mm e 1,5 mm, aplicados da maior para a menor profundidade. O transdutor de 4,5 mm foi empregado nas regiões de maior espessura tecidual e com objetivo de atuação em planos profundos; o de 3,0 mm, na derme profunda; e o de 1,5 mm, nas camadas mais superficiais da pele. A distribuição dos disparos contemplou o terço médio e inferior da face, região malar, bochechas, contorno mandibular e áreas superficiais, evitando regiões de risco anatômico.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

A quantidade de disparos foi individualizada de acordo com a extensão da área tratada e as características teciduais de cada participante. Como referência de protocolo facial, foram utilizados aproximadamente 40–70 disparos por hemiface com o transdutor de 4,5 mm e 40–70 disparos por hemiface com o transdutor de 3,0 mm, enquanto as regiões superficiais receberam o transdutor de 1,5 mm conforme indicação e avaliação clínica. A aplicação foi realizada de maneira linear e vetorizada, mantendo espaçamento adequado entre as linhas e evitando sobreposição dos disparos (Medsystems, 2019).

Já o tratamento com PLLA foi realizado utilizando o bioestimulador de colágeno Rennova® Elleva 210 mg. Para a reconstituição destinada ao tratamento facial, o conteúdo do frasco foi reconstituído com 13 mL de água para injetáveis, seguido de agitação por aproximadamente 1 minuto. Posteriormente, o produto permaneceu em repouso por 1 hora, período destinado à hidratação das partículas. Após esse período, a suspensão foi novamente homogeneizada e foram adicionados 3 mL de lidocaína sem vasoconstritor, obtendo-se volume final de aproximadamente 16 mL (Rennova, 2021).

A aplicação foi realizada por profissional habilitado, utilizando microcânula 22 G. A administração foi realizada nos terços médio e inferior da face, em plano subcutâneo profundo, mediante pequenos pertuitos de entrada e distribuição do produto por retroinjeção linear e/ou em leque, buscando uma distribuição homogênea na área tratada. A técnica foi realizada de forma progressiva, evitando deposição superficial ou concentração excessiva do produto em um único ponto. A suspensão foi homogeneizada durante o procedimento para manter a distribuição uniforme das partículas de PLLA. O volume aplicado foi distribuído entre as regiões tratadas de acordo com a avaliação anatômica individual de cada participante (Rennova, 2021).

As amostras sanguíneas dos participantes foram coletadas por venopunção em dois momentos, ou seja, antes e 24 horas após os procedimentos, sob as mesmas condições. O período de 24 horas foi definido com base em estudos prévios que indicam alterações hematológicas e inflamatórias agudas, como elevação de PCR e IL-6, nesse intervalo, permitindo avaliar a resposta imunológica imediata e de fase aguda à bioestimulação, não abrangendo o período completo de remodelação tecidual. Foram utilizados tubos contendo EDTA para análises hematológicas (hemograma, hemoglobina glicada, avaliada como parâmetro metabólico de controle basal, e velocidade de hemossedimentação – VHS) e tubos sem anticoagulante para obtenção de soro destinado à dosagem de proteína C reativa (PCR) e interleucina-6 (IL-6). As amostras foram acondicionadas em sistema de dupla embalagem, mantidas sob refrigeração (2–8 °C) e processadas em até 24 horas em laboratório de apoio.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Os dados foram analisados por meio do software GraphPad Prism 10. Considerando o tamanho reduzido da amostra (n = 3 por grupo), a análise foi tratada de forma descritiva e exploratória, aplicando-se também a análise de variância de duas vias (Two-way ANOVA), seguida do teste de Bonferroni para comparações múltiplas, a fim de comparar os parâmetros hematológicos, imunológicos e citocinas nos momentos pré e pós-procedimento, bem como entre os grupos avaliados. Foram considerados estatisticamente significativos valores de $p \leq 0,05$, interpretando-se a ausência de significância com cautela quanto à probabilidade de erro tipo II inerente ao tamanho amostral.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação dos valores relacionados ao VHS mostrou que, no grupo submetido ao tratamento com MFUS, houve aumento nos valores após procedimento, enquanto no grupo com PLLA as alterações foram mais discretas, conforme ilustrado por meio da Figura 1. No entanto, essas variações não foram estatisticamente significativas ($p > 0,05$), conforme a análise realizada.

Sendo assim, a avaliação dos valores de VHS não demonstrou diferença estatisticamente significativa entre os momentos pré e pós-intervenção ($p = 0,2237$), nem entre os grupos submetidos ao MFUS e ao PLLA ($p = 0,3447$), tampouco na interação entre tempo e procedimento ($p = 0,3923$).

Tabela 1. Valores de Velocidade de Hemossedimentação (VHS) em pacientes que foram submetidos ao tratamento de MFUS

VELOCIDADE DE HEMOSSEDIMENTAÇÃO (VHS) - MFUS		
	PRÉ (mm/h)	**PÓS (mm/h)**
PACIENTE 1	10,74	12,49
PACIENTE 2	5,29	17,04
PACIENTE 3	4,78	4,8

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Na Tabela 1, observam-se os valores obtidos quanto ao VHS, que em dois dos três participantes apresentaram aumento dos parâmetros pós-intervenção. O paciente 1 apresentou elevação de 10,74 mm/h para 12,49 mm/h, já o paciente 2 obteve aumento expressivo de 5,29 mm/h para 17,04 mm/h, o que sugere uma resposta inflamatória leve e passageira. Por outro lado, o paciente 3 permaneceu com os valores quase inalterados, alterando de 4,78 mm/h para 4,80 mm/h, evidenciando a estabilidade relacionada à dosagem desse marcador.

Tabela 2. Valores de Velocidade de Hemossedimentação (VHS) em pacientes que foram submetidos ao tratamento de PLLA

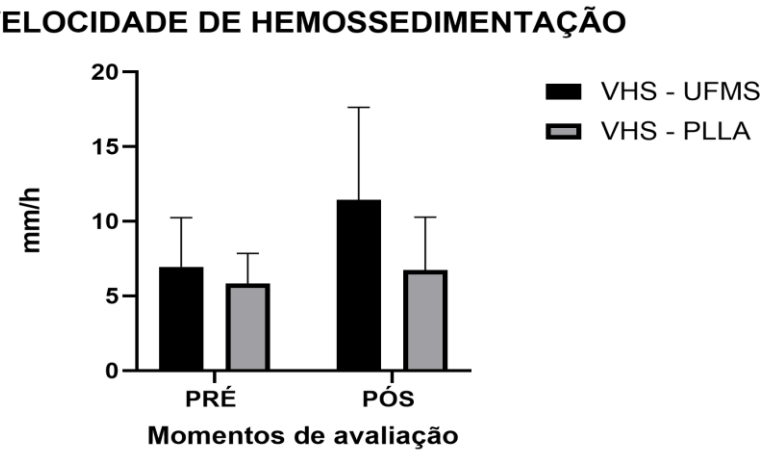
VELOCIDADE DE HEMOSSEDIMENTAÇÃO (VHS) - PLLA		
	PRÉ (mm/h)	**PÓS (mm/h)**
PACIENTE 1	4,52	4,37
PACIENTE 2	4,8	5,0
PACIENTE 3	8,14	10,8

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Quanto aos valores obtidos antes e após bioestimulação com PLLA (Tabela 2), os resultados se apresentaram mais homogêneos com alterações discretas nos valores obtidos no VHS, quando comparados com o MFUS. Nesse viés, o paciente 1 apresentou uma pequena redução de 4,52 mm/h para 4,37 mm/h, enquanto o paciente 2 teve um aumento discreto desse parâmetro de 4,8 mm/h para 5,0 mm/h. O paciente 3 demonstrou um aumento mais expressivo, embora ainda dentro de um padrão que não configura, de maneira isolada, um processo inflamatório agudo, com valores de 8,14 mm/h para 10,8 mm/h.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 1. Distribuição dos valores de Velocidade de hemossedimentação pré e pós bioestimulação



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Quando analisada a distribuição dos valores de VHS pré e pós ambos os procedimentos (Figura 1), nota-se uma discreta tendência de aumento no VHS no grupo MFUS no momento pós-intervenção, principalmente devido ao comportamento fisiológico individual de um dos participantes (paciente 2), que apresentou elevação considerável no valor pós-procedimento. Apesar disso, essa alteração não foi suficiente para gerar diferença estatisticamente significativa ($p = 0,2237$), considerando o conjunto da amostra.

A avaliação da contagem leucocitária total também não apresentou alterações com diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) entre os grupos MFUS e PLLA ($p = 0,8072$), entre os tempos (pré e pós-bioestimulação) ($p = 0,1681$), tampouco na interação entre os tempos e tipo de procedimento ($p = 0,7462$).

Embora se tenha observado aumento discreto na média dos valores de leucócitos totais, de 4880/mm³ para 6140/mm³, essa alteração não apresentou significância estatística ($p > 0,05$), com IC 95% de -3341 a 821,4. Desse modo, a maior variação percebida (60,13%) foi associada à variabilidade individual dos pacientes.

Ao analisar a Tabela 3, que demonstra a organização dos valores de leucócitos totais, expressos em número de células por milímetro cúbico (/mm³), submetidos ao tratamento de MFUS, foi possível perceber que todos os pacientes desse grupo em questão apresentaram aumento nos valores após o procedimento.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Tabela 3. Valores de Leucócitos totais em pacientes que foram submetidos ao tratamento de MFUS

LEUCÓCITOS TOTAIS – MFUS		
	PRÉ (/mm³)	**PÓS (/mm³)**
PACIENTE 1	6010	7440
PACIENTE 2	2629	3840
PACIENTE 3	5910	6269

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Já a relação dos valores de Leucócitos totais em pacientes que foram submetidos ao tratamento de PLLA (Tabela 4), mostra as variações entre os dados obtidos antes e após a aplicação. O paciente 1 se apresentou com discreto aumento de 6340 /mm³ para 6570 /mm³; o paciente 2 mostrou, também, uma elevação de 3840 /mm³ para 8280/mm³. Por outro lado, o paciente 3 apresentou leve redução nos níveis, passando de 4550 para 4440 leucócitos/mm³.

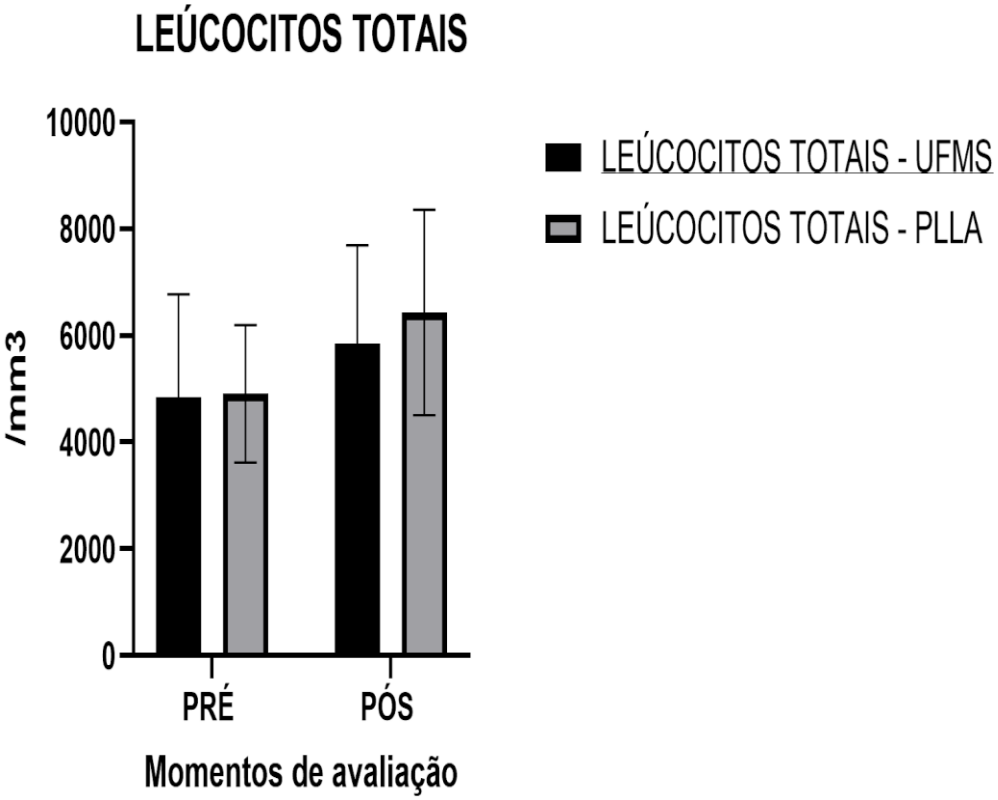
Tabela 4. Valores de Leucócitos Totais em pacientes que foram submetidos ao tratamento de PLLA

LEUCÓCITOS TOTAIS – PLLA		
	PRÉ (/mm³)	**PÓS (/mm³)**
PACIENTE 1	6340	6570
PACIENTE 2	3840	8280
PACIENTE 3	4550	4440

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Figura 2. Distribuição dos valores de leucócitos totais pré e pós bioestimulação

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.



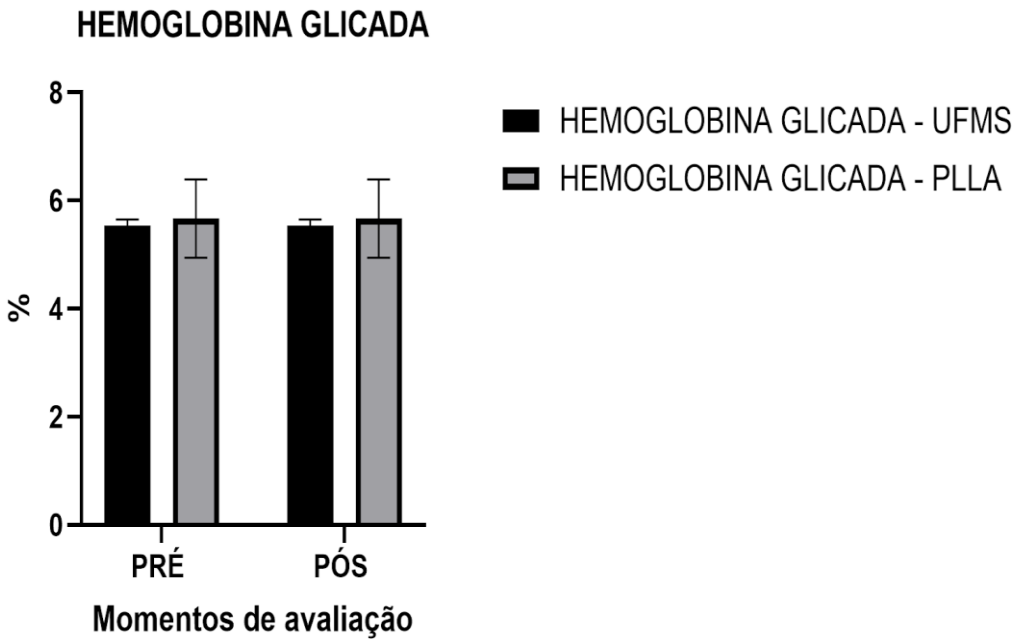
Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Desse modo, a partir da análise da distribuição dos valores médios de leucócitos totais nos momentos pré e pós-tratamento com ambos os procedimentos (Figura 2), observa-se um sutil aumento nos valores médios de leucócitos após ambos os procedimentos. No grupo MFUS, representado pelas barras pretas, a elevação foi leve, enquanto no grupo PLLA, representado pelas barras cinza, a variação também foi pequena, ainda que com maior dispersão entre os pacientes. As barras de erro indicam a variabilidade individual dentro de cada grupo de tratamento, com maior amplitude notada no grupo de PLLA após a intervenção.

O mesmo ocorreu com os níveis de hemoglobina glicada (HbA1c): não foram observadas diferenças estatisticamente significativas. As médias permaneceram constantes (Figura 3), sendo a maior parte da variabilidade (97,58%) atribuída às características individuais dos sujeitos. Este resultado em questão já era esperado, considerando que a hemoglobina glicada reflete a média da glicemia dos últimos 2 a 3 meses e não sofre influência direta de intervenções de curto prazo como a bioestimulação tecidual.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 3. Distribuição dos valores de Hemoglobina glicada (HbA1c) pré e pós bioestimulação



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Na análise da PCR, notou-se uma tendência de aumento dos valores no pós-procedimento (média pré = 2,872; pós = 4,192), entretanto essa diferença não obteve significância estatística (p = 0,0991; IC 95%: -3,033 a 0,3928).

Nesse sentido, quando comparados os procedimentos, o grupo submetido ao PLLA apresentou médias de PCR superiores (5,075 mg/l) em relação ao MFUS (1,988 mg/l), entretanto, ainda assim não apresentou diferença estatisticamente significativa (p = 0,3298).

A maior variabilidade encontrada dos dados (69,58%) está atrelada às diferenças individuais entre os participantes (p = 0,0064). Dessa forma, esses achados sugerem que ambos os procedimentos podem gerar uma resposta inflamatória discreta e transitória, sem impacto clínico relevante, mesmo se tratando de um marcador inflamatório sensível.

As Tabelas 5 e 6 demonstram os resultados de PCR em pacientes submetidos ao MFUS e ao PLLA, respectivamente. Nessa perspectiva, os resultados pré e pós relacionados ao MFUS revelaram um discreto aumento nos valores pós-intervenção em todos os indivíduos. Já nos valores dos pacientes submetidos ao PLLA, percebeu-se uma alteração mais ampla na resposta à intervenção.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Tabela 5. Valores de Proteína C reativa (PCR) em pacientes que foram submetidos ao tratamento de MFUS

PROTEÍNA C REATIVA (PCR) – MFUS		
	PRÉ (mg/dL)	**PÓS (mg/dL)**
PACIENTE 1	2,20	2,67
PACIENTE 2	0,46	0,50
PACIENTE 3	2,64	3,46

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

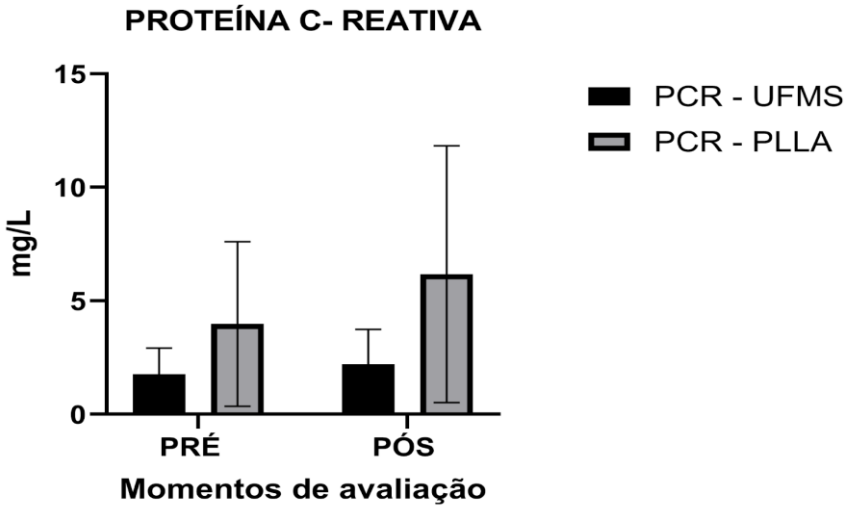
Tabela 6. Valores de Proteína C reativa (PCR) em pacientes que foram submetidos ao tratamento de PLLA

PROTEÍNA C REATIVA (PCR) – PLLA		
	PRÉ (mg/dL)	**PÓS (mg/dL)**
PACIENTE 1	0,97	0,98
PACIENTE 2	2,96	5,34
PACIENTE 3	12,2	8

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 4. Distribuição dos valores de proteína C reativa (PCR) pré e pós bioestimulação



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Na análise dos valores séricos de IL-6, não houve diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) acerca do tempo pré e pós ($p = 0,4766$), tampouco na relação entre ambos os procedimentos (MFUS e PLLA) ($p = 0,3972$), bem como na interação entre os momentos e procedimento ($p = 0,3046$).

Foi possível observar também que a variação dos dados foi representada pelo fator individual, responsável por 81,61% da variabilidade ($p < 0,0001$). Isso evidencia que as características biológicas de cada indivíduo foram mais determinantes nos parâmetros do que as intervenções realizadas.

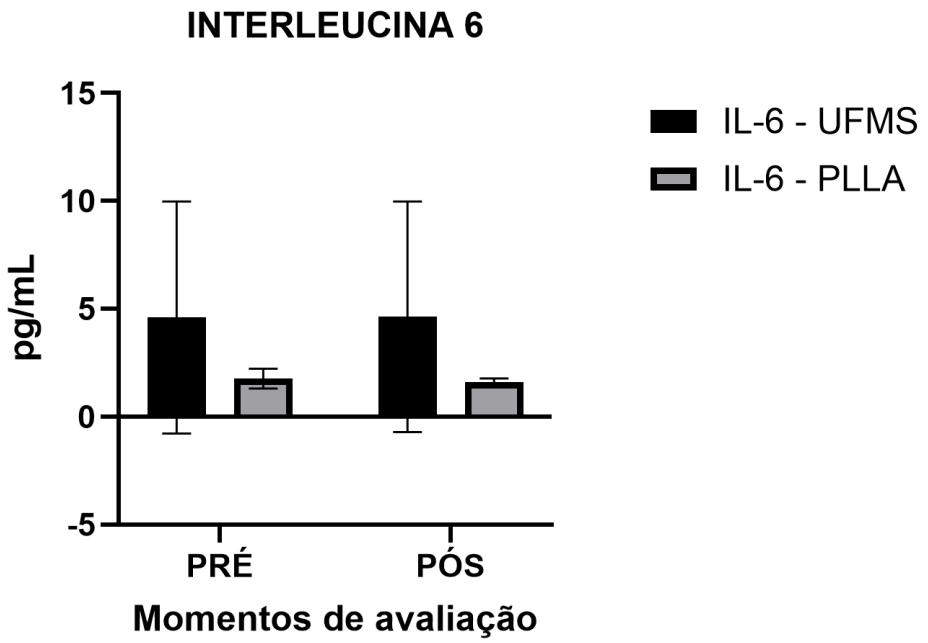
Nessa ótica, embora, numericamente, o grupo MFUS apresente médias mais altas de IL-6 (4,617 pg/mL) quando comparado ao grupo PLLA (1,683 pg/mL), essa diferença não se mostrou estatisticamente significativa, com um intervalo de confiança amplo (IC 95%: -5,666 a 11,53), o que reforça a alta variabilidade interindividual entre cada participante.

A distribuição dos valores médios de IL-6 (Figura 5) nos momentos pré e pós-aplicação de ambos os procedimentos permaneceu constante, sem alterações relevantes entre os tempos (pré e pós) e entre os grupos. Apesar de o grupo MFUS ter apresentado valores médios mais elevados que o PLLA em ambos os momentos, a ampla variação individual (evidenciada pelos

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

grandes desvios-padrão) indica que não houve significância estatística nas diferenças observadas (p > 0,05).

Figura 5. Distribuição dos valores de IL-6 pré e pós bioestimulação



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Nesse sentido, os resultados evidenciaram alta variabilidade individual, sobretudo na hemoglobina glicada (97,58%) e IL-6 (81,61%), indicando que as respostas metabólicas e inflamatórias são fortemente influenciadas por fatores genéticos, ambientais e de estilo de vida (Tanaka; Narazaki; Kishimoto, 2014; Naitza *et al.*, 2012). O tamanho amostral reduzido (n = 6) limitou o poder estatístico, podendo ter mascarado diferenças, como a tendência de aumento da PCR (p = 0,0991).

A estabilidade nos níveis séricos de IL-6, PCR, VHS e leucócitos após os procedimentos não evidenciou alterações sistêmicas relevantes nos parâmetros inflamatórios avaliados. Do ponto de vista clínico, esses achados são compatíveis com a ausência de repercussões inflamatórias sistêmicas importantes no período analisado, o que é relevante na prática estética, especialmente em indivíduos saudáveis. Entretanto, a ausência de alterações nos biomarcadores séricos não permite afirmar a ocorrência de inflamação local, tampouco

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

demonstrar que essa resposta tenha sido suficiente para promover bioestimulação e remodelamento tecidual. Nesse sentido, os resultados são compatíveis com a hipótese de que a resposta inflamatória aos procedimentos possa permanecer predominantemente restrita ao microambiente tecidual tratado, mas essa interpretação é indireta, uma vez que nenhuma avaliação inflamatória local foi realizada (He *et al.*, 2025).

O tempo único de coleta, realizado 24 h após as intervenções, também constitui uma limitação, pois pode não ter captado alterações transitórias ou picos de determinados marcadores, considerando que os diferentes parâmetros inflamatórios apresentam cinéticas distintas após estímulos teciduais (Ridker, 2016). Dessa forma, embora os resultados não tenham evidenciado repercussões sistêmicas relevantes no período avaliado, não permitem estabelecer conclusões definitivas sobre a magnitude, a localização ou a duração da resposta inflamatória induzida pelos procedimentos. Ainda assim, os achados corroboram o perfil de resposta sistêmica descrito na literatura para procedimentos com MFUS e PLLA (He *et al.*, 2025).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo analisar e comparar os efeitos do ultrassom microfocado (MFUS) e do ácido poli-L-láctico (PLLA) na expressão de biomarcadores inflamatórios (proteína C reativa — PCR, interleucina-6 — IL-6 e velocidade de hemossedimentação — VHS) e metabólicos (hemoglobina glicada), buscando compreender possíveis alterações sistêmicas associadas aos procedimentos no período avaliado.

Os resultados demonstraram que não houve alterações estatisticamente significativas nos biomarcadores avaliados após a realização de ambos os procedimentos, considerando as análises de tempo, procedimento e interação entre esses fatores. Observou-se, entretanto, elevada variabilidade individual, especialmente nos parâmetros de HbA1c (97,58% da variação) e IL-6 (81,61%), indicando que parte importante da variabilidade observada esteve relacionada às diferenças entre os participantes.

Dessa forma, não foram identificadas alterações sistêmicas estatisticamente significativas nos biomarcadores analisados 24 horas após os procedimentos nesta pequena amostra. Esse achado deve ser interpretado dentro das condições metodológicas do estudo e não permite estabelecer conclusões definitivas sobre a segurança dos procedimentos ou sobre a magnitude e a duração da resposta inflamatória. Da mesma forma, a ausência de alterações nos marcadores séricos avaliados não permite confirmar ou excluir a ocorrência de uma resposta inflamatória local, uma vez que não foram realizadas avaliações diretamente no tecido tratado.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Portanto, este estudo também reforça a importância de estudos futuros com maiores tamanhos amostrais, além da inclusão de biomarcadores locais como foco tecidual, tais como a análise do tecido tratado, líquido intersticial ou delineamento molecular, e da avaliação de diferentes janelas temporais de coleta das amostras, que possam capturar com maior precisão a cinética das respostas inflamatórias e reparadoras envolvidas nos processos de bioestimulação, em cada parâmetro analisado.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, A. L. A. S. *et al.* Índices inflamatórios no hemograma de doentes com cancro do pulmão. **Revista Portuguesa de Oncologia**, v. 11, n. 1, p. 45-52, 2024.

CONTINI, M. *et al.* A systematic review of the efficacy of microfocused ultrasound for facial skin tightening. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 20, n. 2, p. 1522, 2023.

DA CUNHA, M. G. *et al.* Biostimulators and their mechanisms of action. **Archives of Clinical and Experimental Dermatology**, v. 4, n. 1, p. 130-136, 2022.

DI LUCCIA, F.; GOTARDO, L. A eficácia do ultrassom microfocado no envelhecimento cutâneo. **Revista Científica de Estética e Cosmetologia**, v. 3, n. 1, p. 1-11, 2023.

FABI, S. *et al.* Effectiveness and safety of Sculptra poly-L-lactic acid injectable implant in the correction of cheek wrinkles. **Journal of Drugs in Dermatology**, v. 23, n. 1, p. 1297-1305, 2024.

HE, T. *et al.* Effects of poly-L-lactic acid fillers on inflammatory response and collagen synthesis in different animal models. Journal of Cosmetic Dermatology, v. 24, n. 2, e70000, 2025. DOI: https://doi.org/10.1111/jocd.70000.

JANAKIRAM, N. B. *et al.* The role of the inflammatory response in mediating functional recovery following composite tissue injuries. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, n. 24, p. 13552, 2021.

MEDSYSTEMS. **Guia de tratamento Ultraformer III**: versão 4.0. [S. l.]: MedSystems, 2019.

MONTONI JÚNIOR, J. **Ultrassom microfocado na harmonização orofacial**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Harmonização Orofacial) – Faculdade de Odontologia, São Paulo, 2023.

MORETTI, L. *et al.* The interplay of fibroblasts, the extracellular matrix, and inflammation in scar formation. **Journal of Biological Chemistry**, v. 298, n. 4, p. 101800, 2022.

MURAO, R. M. **Efeitos do ultrassom microfocado no rejuvenescimento facial**. 2021. Monografia (Especialização em Estética e Cosmetologia) – Associação Brasileira de Odontologia, Rio de Janeiro, 2021.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

NAITZA, S. *et al.* A genome-wide association scan on the levels of markers of inflammation in Sardinians reveals associations that underpin its complex regulation. PLoS Genetics, v. 8, n. 1, e1002480, 2012. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1002480.

NÉRI, J. S. V. *et al.* Aplicação do ultrassom microfocado no rejuvenescimento facial: uma revisão da literatura. **Revista Fluminense de Odontologia**, v. 29, n. 2, p. 137-146, 2023.

NIKOLIS, A.; AVELAR, L. E.; ENRIGHT, K. M. Evaluation of cannula safety in injection of poly-L-lactic acid. **Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology,** v. 14, p. 615-622, 2021.

PALMA, A. L. R.; ESPINHA, M. N.; DE CARVALHO, S. P. A. Bioestimuladores de colágeno: aplicações na estética. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 6, n. 2, p. 4500-4512, 2023.

PEREIRA, M. S.; COSTA, R. M. M. Proteína C reativa (PCR) e velocidade de hemossedimentação (VHS) como biomarcadores nos processos inflamatórios. Revista Brasileira de Análises Clínicas, v. 54, n. 3, p. 210-218, 2022.

RAMOS, F. L. P. **Avaliação do hemograma, da velocidade de hemossedimentação (VHS) e da proteína C reativa (PCR) como preditores diagnósticos da síndrome febril de caráter infeccioso**. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2022.

RENNOVA. **Rennova Elleva**: guia de reconstituição e preparo. [S. l.]: Rennova, 2021. Disponível em: https://cdn.dentalcremer.com.br/conteudos/Folheto%20Guia%20de%20Reconstitui%C3%A7%C3%A3o%20e%20Preparo%20do%20Elleva%20Rennova.pdf. Acesso em: 6 out. 2026.

RIDKER, P. M. From C-reactive protein to interleukin-6 to interleukin-1: moving upstream to identify novel targets for atheroprotection. Circulation Research, v. 118, n. 1, p. 145-156, 2016. DOI: https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.115.306656.

SALEH, K. *et al.* **Inflammation biomarkers and correlation to wound status after full-thickness skin grafting. Frontiers in Medicine, v.** 6, p. 159, 2019.

SEO, J. W.; PARK, S. B. The association of hemoglobin A1c and fasting glucose levels with hs-CRP. **Journal of Diabetes Research**, v. 2021, p. 8845123, 2021.

SIQUEIRA, S. **Bioestimuladores de colágeno e seus benefícios contra os sinais do envelhecimento facial**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2022.

SOARES, A. P. S. S. *et al.* Avaliação do efeito do bioestimulador de colágeno à base de PLLA. **Revista Eletrônica da Estácio Recife**, v. 10, n. 1, p. 15-24, 2024.

TANAKA, T.; NARAZAKI, M.; KISHIMOTO, T. IL-6 in inflammation, immunity, and disease. **Cold Spring Harbor Perspectives in Biology**, v. 6, n. 9, p. a016295, 2014.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.