

Efeitos do Uso da Fotobiomodulação no Tratamento de Úlcera Crônica no Pé Diabético: Um Estudo de Caso

Effects Of The Use Of Photobio-modulation In The Treatment Of Chronic Diabetic Foot Ulcers: A Case Study

Efectos del Uso de la Fotobiomodulación en el Tratamiento de la Úlcera Crónica del Pie Diabético: Un Estudio de Caso

RESUMO

Objetivo: O diabetes mellitus (DM) é uma doença crônica global com alto impacto na saúde pública, cujas complicações incluem feridas crônicas do pé diabético (FCPD), associadas ao risco de amputação e altos custos para pacientes e sistemas de saúde. A fotobiomodulação, também conhecida como terapia a laser de baixa potência, tem se destacado como intervenção complementar para acelerar a cicatrização dessas lesões, atuando na rotina celular, síntese de colágeno, angiogênese e modulação inflamatória. **Método:** Este estudo apresenta um relato de caso clínico de uma paciente com úlcera crônica no hálux direito, submetida ao tratamento padrão associado à fotobiomodulação (laser 630 nm, 100 mW, 2 J/cm² por ponto), duas vezes por semana, por seis semanas. A avaliação utilizou instrumentos validados como a Classificação de Wagner, a Escala PUSH para cicatrização e a Escala Visual Analógica (EVA) para dor, além de avaliação fotográfica. **Resultados:** Os resultados mostraram redução progressiva da área da ferida (de 3,75 cm² a cicatrização completa) e do índice PUSH (7 para 0), acompanhados de redução da dor (EVA de 6 a 0). A aplicação da fotobiomodulação apresentou efeitos positivos visíveis na cicatrização e melhoria da qualidade de vida, confirmando evidências da literatura sobre sua eficácia no tratamento de feridas diabéticas. **Conclusão:** Conclui-se que a fotobiomodulação pode ser uma opção promissora e segura como recurso terapêutico complementar em feridas crônicas do pé diabético, acelerando a cicatrização e impedindo a dor, reforçando a necessidade de protocolos padronizados e pesquisas ampliadas para validação definitiva.

DESCRIPTORES: Diabetes mellitus; Pé diabético; Terapia com Luz de Baixa Intensidade; Cicatrização.

ABSTRACT

Objective: Diabetes mellitus (DM) is a global chronic disease with a major impact on public health, and its complications include chronic diabetic foot ulcers (CDFUs), which are associated with a high risk of amputation and significant costs for patients and healthcare systems. Photobiomodulation, also known as low-level laser therapy, has emerged as a complementary intervention to accelerate the healing of these lesions by acting on cellular activity, collagen synthesis, angiogenesis, and inflammatory modulation. **Method:** This study presents a clinical case report of a patient with a chronic ulcer on the right hallux who underwent standard treatment associated with photobiomodulation (630 nm laser, 100 mW, 2 J/cm² per point), applied twice a week for six weeks. The evaluation used validated instruments such as the Wagner Classification, the PUSH Tool for wound healing, and the Visual Analog Scale (VAS) for pain, in addition to photographic assessment. **Results:** The results showed a progressive reduction in wound area (from 3.75 cm² to complete healing) and in the PUSH score (from 7 to 0), accompanied by a decrease in pain (VAS from 6 to 0). The application of photobiomodulation demonstrated clear positive effects on healing and improved the patient's quality of life, supporting existing evidence in the literature regarding its effectiveness in the treatment of diabetic wounds. **Conclusion:** It is concluded that photobiomodulation may be a promising and safe option as a complementary therapeutic resource for chronic diabetic foot wounds, accelerating healing and reducing pain, reinforcing the need for standardized protocols and further research for definitive validation.

DESCRIPTORS: Diabetes mellitus; Diabetic foot; Low-Level Light Therapy; Wound healing.

RESUMEN

Objetivo: La diabetes mellitus (DM) es una enfermedad crónica global con alto impacto en la salud pública, cuyas complicaciones incluyen las heridas crónicas del pie diabético (HCPD), asociadas al riesgo de amputación y a ele-

vados custos para los pacientes y los sistemas de salud. La fotobiomodulación, también conocida como terapia con láser de baja potencia, se ha destacado como una intervención complementaria para acelerar la cicatrización de estas lesiones, actuando en la actividad celular, la síntesis de colágeno, la angiogénesis y la modulación inflamatoria. **Método:** Este estudio presenta un reporte de caso clínico de una paciente con úlcera crónica en el hallux derecho, sometida al tratamiento estándar asociado a la fotobiomodulación (láser de 630 nm, 100 mW, 2 J/cm² por punto), dos veces por semana, durante seis semanas. La evaluación utilizó instrumentos validados como la Clasificación de Wagner, la escala PUSH para cicatrización y la Escala Visual Analógica (EVA) para el dolor, además de evaluación fotográfica. **RESULTADOS:** Los resultados mostraron una reducción progresiva del área de la herida (de 3,75 cm² hasta la cicatrización completa) y del índice PUSH (de 7 a 0), acompañadas de disminución del dolor (EVA de 6 a 0). La aplicación de la fotobiomodulación presentó efectos positivos visibles en la cicatrización y en la mejora de la calidad de vida, confirmando evidencias de la literatura sobre su eficacia en el tratamiento de heridas diabéticas. **Conclusión:** Se concluye que la fotobiomodulación puede ser una opción prometedora y segura como recurso terapéutico complementario en las heridas crónicas del pie diabético, acelerando la cicatrización y reduciendo el dolor, lo que refuerza la necesidad de protocolos estandarizados y de investigaciones ampliadas para su validación definitiva.

DESCRIPTORES: Diabetes mellitus; Pie diabético; Terapia con luz de baja intensidad; Cicatrización.

RECEBIDO EM: 19/12/2025 APROVADO EM: 05/01/2026

Como citar este artigo: Rosa TP, Peres GLM, Diniz JS. Efeitos do Uso da Fotobiomodulação no Tratamento de Úlcera Crônica no Pé Diabético: Um Estudo de Caso. Saúde Coletiva (Edição Brasileira) [Internet]. 2026 [acesso ano mês dia];17(104):19052-19069. Disponível em: DOI: 10.36489/saudecoletiva.2026v17i104p19052-19069



Thalia Poliana Rosa

Undergraduate in Physical Therapy, UEMG
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1662-3541>



Geovanna Lara Maia Peres

Graduate Student in Physical Therapy, UEMG
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2271-517X>



Júlia Souki Diniz

Mestre em Bioengenharia, doutoranda em Ciências da Saúde - UFSJ. Docente do curso de Fisioterapia da UEMG Divinópolis.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3624-1653>

INTRODUÇÃO

O diabetes mellitus (DM) é uma doença crônica caracterizada por hiperglicemia persistente, decorrente de disfunções na produção ou ação da insulina, afetando milhões de pessoas globalmente. Segundo um estudo da revista The Lancet, a prevalência global de diabetes em adultos aumentou de 7% para 14% entre 1990 e 2022, afetando mais de 800 milhões de pessoas atualmente ⁽¹⁾. No Brasil, a prevalência do DM foi estimada em 9,2%, com variações regionais de 6,3% no Norte a 12,8% no Sudeste ⁽²⁾.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) destaca que o aumento da prevalência do diabetes está relacionado a fatores como urbanização acelerada, mu-

danças epidemiológicas, sedentarismo, dietas inadequadas, obesidade e envelhecimento populacional ⁽³⁾. Uma das complicações mais frequentes do diabetes é o pé diabético, definido pelo *International Working Group on the Diabetic Foot* como uma combinação de infecção, ulceração e destruição dos tecidos profundos, associada a alterações neurológicas e diferentes graus de doença arterial periférica. Segundo a Federação Internacional de Diabetes, anualmente entre 9,1 e 26,1 milhões de pessoas com DM desenvolvem úlceras nos pés ⁽⁴⁾.

Estima-se que a incidência de úlcera do pé ao longo da vida entre pessoas com diabetes varie entre 19% e 34%, com incidência anual aproximada de 2%. Mesmo após o fechamento completo da le-

são, as taxas de recorrência permanecem alarmantes, atingindo aproximadamente 40% dentro de um ano e 65% em até três anos, o que evidencia a natureza crônica e recidivante dessa condição. Esses dados reforçam que a prevenção, o diagnóstico precoce e o manejo adequado são essenciais para reduzir complicações, preservar a função e diminuir custos decorrentes de internações, tratamentos prolongados e intervenções cirúrgicas ⁽²⁾.

A fotobiomodulação (FBM), especialmente por meio da terapia a laser de baixa potência (LLLT), tem sido descrita como um recurso adjuvante promissor no tratamento das úlceras do pé diabético. Evidências clínicas reforçam esse potencial: na meta-análise de Huang et al. (2021) ⁽⁵⁾, que incluiu 13 ensaios clínicos

randomizados envolvendo 413 participantes, a LLLT demonstrou aumentar significativamente a taxa de cicatrização completa, reduzir a área ulcerada e diminuir o tempo necessário para o fechamento total da lesão quando comparada ao tratamento convencional. Apesar da heterogeneidade nos parâmetros empregados entre os estudos analisados, os autores concluem que a LLLT representa uma intervenção eficaz no manejo das úlceras diabéticas, embora recomendem

A prevenção e o tratamento adequado das lesões do pé diabético são essenciais. Quando a prevenção não é suficiente, torna-se indispensável uma abordagem multidisciplinar, na qual o fisioterapeuta desempenha um papel fundamental ao aplicar intervenções terapêuticas. Entre essas intervenções, destaca-se a fotobiomodulação, que tem demonstrado efeitos positivos no processo de cicatrização⁽⁶⁾.

Este relato de caso tem como objetivo apresentar a aplicação da FBM em uma úlcera crônica do pé diabético, investigar o efeito da FBM no processo de cicatrização de úlceras crônicas do pé diabético e seus impactos na dor e qualidade de vida da paciente, podendo representar como recurso complementar no tratamento de feridas crônicas diabéticas.

METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido no formato de relato de caso clínico, de caráter observacional e descritivo, com abordagem mista (quantitativa e qualitativa). A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), com número do Parecer: 7.788.124.

O estudo foi realizado em uma Unidade Básica de Saúde (UBS) do município de Divinópolis – MG. Participou do estudo H. M. F, trata-se de uma paciente do sexo feminino, 57 anos, aposentada, casada e mãe de um filho. Portadora de diabetes mellitus tipo 2 há aproximadamente 10 anos, faz uso contínuo de insulina para controle glicêmico.

Refere estilo de vida predominantemente sedentário, fator que contribui para maior risco de complicações metabólicas e vasculares. Apresenta histórico recorrente de lesões cutâneas ao longo da última década, todas localizadas em membros inferiores. Em diversos episódios, as feridas apresentaram evolução lenta, demandando acompanhamento prolongado.

O episódio atual envolve uma lesão no hálux direito, cuja origem, segundo relato da paciente, foi um “bicho-de-pé” (*Tunga penetrans*). Trata-se de uma pulga minúscula que se aloja na pele, especialmente na região dos pés, causando a infecção denominada tungíase. Essa condição provoca dor, prurido e inflamação, podendo ainda atuar como porta de entrada para outras infecções quando não tratada adequadamente. H. M. relata que tentou removê-lo, porém não conseguiu retirar completamente, o que levou a um processo inflamatório local. A inflamação evoluiu, resultando no surgimento da ferida. A paciente afirma ainda ter recebido duas orientações médicas divergentes: um médico recomendou amputação do segmento devido ao risco de agravamento; outro sugeriu realizar sutura da ferida (dar pontos) como forma de acelerar o fechamento. As condutas conflitantes geraram insegurança e confusão quanto ao melhor manejo. Foi explicado à paciente quanto aos benefícios, riscos e desconfortos que poderiam ocorrer. A voluntária concordou em participar do estudo e assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) – Anexo E.

Ressaltou-se que a exposição ocular ao feixe poderia causar danos e, por isso, seria obrigatório o uso de óculos de proteção durante todo o procedimento. A paciente foi informada de que a fotobiomodulação é segura, mas poderia gerar leve aumento de temperatura local ou sensação de formigamento. Orientou-se a comunicar imediatamente qualquer efeito adverso, que seria avaliado pelos responsáveis, caso persistisse, haveria suspensão do tratamento. Foi enfatizado

que todos os protocolos de segurança e de irradiação seriam rigorosamente seguidos para evitar riscos técnicos.

A paciente encontrava-se em tratamento convencional há 3 meses, sem sucesso, realizado pela equipe de enfermagem, que incluiu desbridamento apenas na primeira sessão. Foi submetida ao tratamento com fotobiomodulação associada ao tratamento padrão para feridas (limpeza, curativos e cuidados domiciliares). Nas sessões subsequentes, o cuidado consistiu na lavagem da ferida com sabão de pH adequado e cobertura com gaze estéril. Paralelamente, após o tratamento convencional, foi realizada a aplicação da fotobiomodulação, na qual a ponteira do laser era posicionada diretamente sobre cada ponto da ferida, percorrendo-se todo o seu contorno até completar a circunferência da lesão. O tempo médio de aplicação foi de aproximadamente 20 minutos por sessão, seguindo um protocolo padronizado e aplicado de forma uniforme pelas duas pesquisadoras. Para garantir a biossegurança, a ponteira do laser era previamente assepsiada e envolvida com filme plástico. A paciente comparecia à unidade de saúde três vezes por semana, sendo duas sessões destinadas à fotobiomodulação e uma exclusivamente ao tratamento convencional realizado pela equipe de enfermagem.

O tratamento foi realizado duas vezes por semana, durante seis semanas consecutivas, totalizando 12 sessões até a cicatrização completa da ferida. Durante cada sessão, foi feita a higienização local, aplicação do laser conforme os parâmetros e registro fotográfico padronizado para monitoramento da evolução. O equipamento utilizado foi um laser de baixa potência da marca MMOptics, modelo portátil RECOVER, fornecido pelas pesquisadoras, além disso, todos os equipamentos de segurança (máscara, álcool em gel e óculos) para a aplicação do laser foram oferecidos pelas pesquisadoras. Os parâmetros utilizados para a aplicação estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros da fotobiomodulação

Parâmetros de irradiação - LASER	Valor Utilizado
Densidade de energia	2 J/cm ²
Potência	100 mW
Comprimento de onda	630 nm
Área de feixe	3 mm ²
Distância da pele	Contato direto
Tempo por ponto	10 segundos

Fonte: Autoria própria (2025).

Foram utilizados instrumentos padronizados para avaliação da ferida e da resposta clínica: Classificação de Wagner para determinar o grau da úlcera, Escala PUSH (Pressure Ulcer Scale for Healing), Escala Visual Analógica (EVA) para dor e registro fotográfico em todas as sessões. Esses instrumentos permitiram avaliar a evolução do processo cicatricial e o impacto da fotobiomodulação.

Avaliação da Ferida

Classificação de Wagner

A Classificação de Wagner é um sistema amplamente utilizado para avaliar a gravidade das úlceras do pé diabético, auxiliando no diagnóstico, prognóstico e definição do tratamento. Dividida em seis graus, essa classificação varia de 0 (pele intacta, mas com risco de ulceração) a 5 (gangrena extensa, frequentemente exigindo amputação). O sistema considera a profundidade da lesão, a presença de infecção e a extensão da necrose tecidual, sendo fundamental para orientar condutas clínicas e terapêuticas em pacientes diabéticos com complicações nos pés^(7,8).

Índice PUSH (Pressure Ulcer Scale For Healing)

O Índice de PUSH, desenvolvido pelo *National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP)*, é uma ferramenta que monitora a cicatrização de úlceras por pressão ao longo do tempo. A escala atribui uma pontuação de 0 a 17, baseada em três critérios principais: área da úlcera (cm²), quantidade de exsudato (nenhum, pouco ou muito) e tipo de tecido predominante

(epitelial a necrose esfacelada). Esse índice permite uma avaliação objetiva da evolução da ferida e da eficácia do tratamento, sendo amplamente utilizado na prática clínica⁽⁸⁾.

Avaliação Funcional e Qualidade de Vida

Coleta da imagem da ferida com fotografia

A coleta da imagem da ferida foi realizada antes da primeira sessão, repetida em cada aplicação do laser e ao término da última. O objetivo foi acompanhar macroscopicamente a evolução da ferida, de forma ilustrativa e qualitativa, detectando possíveis alterações como pontos de necrose, características de exsudato e área da lesão.

Questionário SF-36

O SF-36 (Short Form Health Survey – 36 itens) é um questionário amplamente utilizado para avaliar a qualidade de vida relacionada à saúde, medindo o impacto de doenças e tratamentos na vida diária dos indivíduos. Ele é composto por 36 questões, distribuídas em oito domínios: capacidade funcional, aspectos físicos, dor, estado geral de saúde, vitalidade, aspectos sociais, aspectos emocionais e saúde mental. Cada domínio recebe uma pontuação de 0 a 100, onde valores mais altos indicam melhor qualidade de vida. Aplicado em diversas áreas da saúde, o SF-36 é útil para monitorar pacientes com doenças crônicas, como a úlcera do pé diabético, além de avaliar a eficácia de tratamentos como a FBM, permitindo uma análise detalhada do bem-estar físico

e emocional dos pacientes e auxiliando na tomada de decisões terapêuticas⁽⁸⁾.

Escala Visual Analógica (EVA)

A Escala Visual Analógica (EVA) é um instrumento amplamente utilizado para quantificar a intensidade da dor e outras percepções subjetivas, como fadiga e desconforto. Consiste em uma linha reta de 10 cm, onde um extremo representa "sem dor" (0) e o outro "dor insuportável" (10), permitindo que o paciente marque o ponto correspondente à sua percepção da dor. A EVA é categorizada em dor leve (1-3 cm), moderada (4-6 cm) e intensa (7-10 cm), sendo aplicada em contextos clínicos para monitoramento da eficácia de tratamentos analgésicos, reabilitação fisioterapêutica e estudos científicos. Seu uso é especialmente relevante na avaliação da dor em pacientes com úlceras do pé diabético, além de possibilitar a mensuração da resposta a terapias como a FBM⁽⁸⁾.

Monitoramento clínico

Durante todo o período de acompanhamento, foi realizado o monitoramento clínico da ferida, incluindo inspeção visual, análise da quantidade e aspecto do exsudato, sinais de infecção e documentação fotográfica. Os dados foram registrados em fichas padronizadas de acompanhamento clínico.

RESULTADOS

Resultados quantitativos

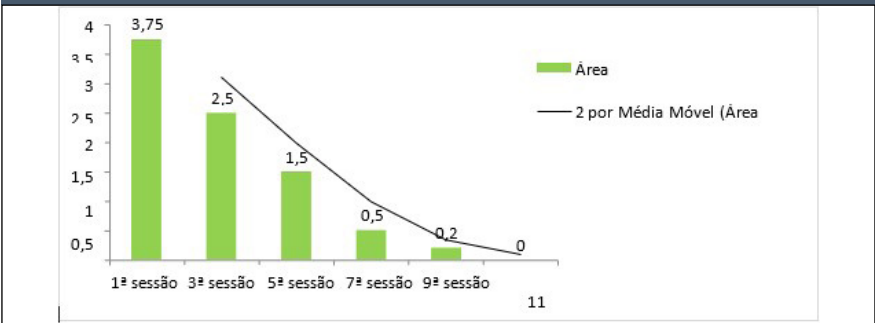
A área inicial foi calculada a partir das medidas registradas no prontuário (2,5 cm × 1,5 cm = 3,75 cm²), no dia 04/08/2025. A pontuação PUSH inicial registrada foi 7/17. As demais medidas de área, PUSH e EVA (dor) foram quantificadas nesta análise com base nas descrições clínicas e nas imagens sequenciais presentes no documento de evolução. Quando não havia medida numérica explícita no prontuário, os valores foram estimados de forma conservadora com base nas descrições clínicas. A Tabela 2 apresenta os valores usados para a análise semanalmente e construção dos gráficos.

Tabela 2 - Índices avaliados em cada sessão de Laser.

Sessão/ Data	Área (cm²)	Índice PUSH (0-17)	EVA Dor (0-10)
1ª sessão (11/08/2025)	3,75	7	6,0
3ª sessão (25/08/2025)	2,50	5	4,0
5ª sessão (01/09/2025)	1,50	3	2,0
7ª sessão (08/09/2025)	0,50	1	1,0
9ª sessão (15/09/2025)	0,20	1	0,5
11ª sessão (22/09/2025)	0,00	0	0,0

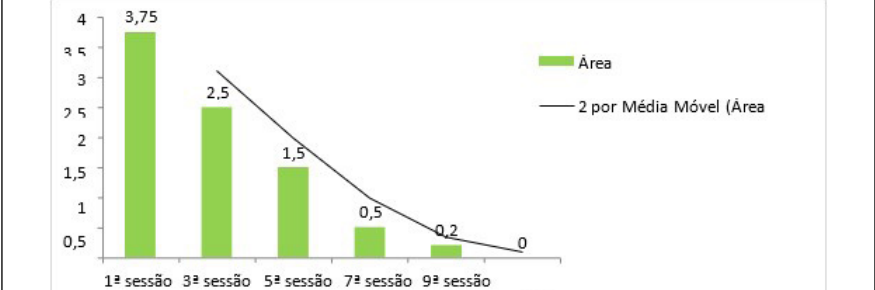
Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 1 – Evolução da área da ferida (cm²).



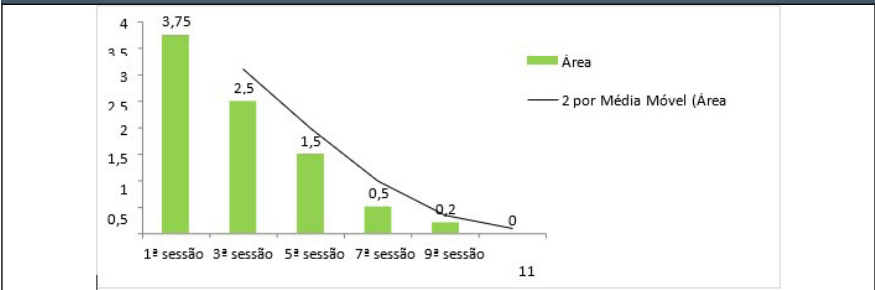
Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 2 – Evolução do índice PUSH (0-17).



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 3 – Evolução da dor (EVA 0-10).



Fonte: Autoria própria (2025).

Os resultados obtidos ao longo do protocolo terapêutico demonstram evolução clínica significativa e contínua da úlcera plantar localizada no hálux direito, evidenciando mudanças estruturais, funcionais e sintomáticas ao longo das seis semanas de acompanhamento. Semanalmente, às segundas-feiras, eram avaliadas as variáveis cm², EVA e PUSH. Optou-se por não realizar a reavaliação às quartas-feiras devido ao curto intervalo entre as sessões, o que impossibilitava a observação de mudanças clínicas significativas. Dessa forma, as medidas registradas às segundas refletiam de maneira mais fidedigna a evolução do quadro e a resposta ao tratamento. A escolha desse método de acompanhamento garantiu maior confiabilidade dos dados, permitindo uma análise consistente da progressão da ferida ao longo do tratamento. A seguir, são apresentados os dados quantitativos, qualitativos e descritivos da progressão cicatricial, bem como a análise objetiva de cada instrumento aplicado.

Na avaliação inicial da ferida, ocorrida em 11 de agosto de 2025, foi constatada uma úlcera crônica com aproximadamente três meses de instalação, localizada na região distal e medial do hálux direito. As características clínicas indicavam uma lesão de aproximadamente 2,5 a 3 cm de comprimento por 1 a 1,5 cm de largura, com uma área total de cerca de 3,75 cm², apresentando formato alongado, irregular, com bordas elevadas, espessadas e parcialmente descoladas. O leito da ferida apresentava tecido de granulação vermelho vivo, presente em cerca de 70% da área, associado a aproximadamente 30% de fibrina amarelada e pontos discretos de necrose superficial aderida. O exsudato era moderado, de coloração serossanguinolenta, com odor moderado e forte. A pele perilesional estava hiperemiada, levemente descamativa, sem pústulas ou vesículas, enquanto a paciente relatava dor em "ferroadas" e sensação de queimação, características compatíveis com dor neuropática e disfunção vascular periférica.

Além disso, observou-se edema importante em ambos os pés, com aspecto arro-

xeado, brilhante e tenso, indicando uma ferida de espessura total, compatível com úlcera neuropática ou isquêmica, de evolução crônica e risco moderado de agravamento sem intervenção adequada. Durante as sessões, a paciente também relatou ter sido orientado previamente a procedimentos cirúrgicos, incluindo amputação do hálux ou outros procedimentos.

Segundo a literatura, as úlceras crônicas podem apresentar características diferentes dependendo de sua etiologia, como localização irregular, bordas elevadas, tecido de granulação e fibrina, além de sinais de disfunção vascular. A avaliação inicial também incluiu a classificação da gravidade da ferida usando instrumentos específicos, como o índice PUSH, que apontou um total de 7 pontos, indicando uma fase de granulação ativa com barreiras à cicatrização (classificação de Wagner identificou a ferida como Grau 2), profunda, atingindo o tecido subcutâneo, sem exposição óssea ou sinais infecciosos sistêmicos.

A evolução clínica semanal demonstrou melhora progressiva. Na primeira semana, a ferida apresentava-se com halo inflamatório extenso, exsudato seropurulento moderado, bordas endurecidas e irregulares, com um leito misto de granulação inicial e fibrina aderida, além de dor moderada de intensidade (EVA 3/10). Após intervenções como limpeza com soro fisiológico, debridamento conservador, fotobiomodulação (630 nm, 100 mW, 2 J/cm², 10 segundos por ponto) e curativo oclusivo, observou-se uma redução significativa do quadro na segunda semana, com diminuição da hiperemia, exsudato, e melhora da perfusão notada por coloração mais rosada. Nas semanas subsequentes, houve contínua melhora, com redução da área da úlcera, predominância de tecido de granulação saudável, ausência de dor em repouso e diminuição do edema, culminando na cicatrização completa na última avaliação, com área de 0,00 cm², ausência de dor, epitelização íntegra e sem sinais de inflamação residual, de acordo com a figura 4.

A comparação quantitativa entre a avaliação inicial do SF-36 (ferida aberta) e a

avaliação final (ferida fechada) demonstra melhora global e consistente da qualidade

de vida em todos os domínios avaliados (Tabela 3).

Tabela 3 – Comparação do score inicial e final do Questionário SF-36

Domínio	Avaliação inicial	Avaliação Final	Variação (%)
Capacidade funcional	5,0	70,0	+1300%
Aspectos Físicos	0,0	25,0	+25,0%
Aspectos Emocionais	0,0	33,3	+33,3%
Vitalidade	55,0	85,0	+54,5%
Saúde Mental	64,0	80,0	+25%
Aspectos Sociais	25,0	50,0	+100%
Dor	32,5	77,5	+138,5%
Estado Geral de Saúde	50,0	55,0	+10%

Fonte: Autoria própria (2025).

RESULTADOS QUALITATIVOS

Qualitativamente, a análise do segundo SF-36 demonstra uma melhora global e consistente da qualidade de vida após o fechamento da ferida, refletindo mudanças positivas tanto nos domínios físicos quanto nos emocionais e sociais. Comparando com a avaliação inicial, observa-se uma redução expressiva das limitações funcionais e do impacto da dor no desempenho cotidiano, o que é compatível com o processo de cicatrização e com a diminuição do desconforto associado à ferida.

Os itens relacionados à capacidade funcional apresentaram melhor desempenho, indicando maior facilidade para realizar atividades físicas leves e moderadas. Isso sugere recuperação progressiva da mobilidade, redução da restrição de movimento e melhora do desempenho físico geral. O domínio de limitação por aspectos físicos, que anteriormente mostrava incapacidade importante, agora aponta para menor interferência da condição clínica nas atividades habituais, o que reforça a recuperação funcional.

Houve também melhora perceptível no domínio “Dor”. A dor deixou de ser um fator limitante e passou a apresentar menor intensidade e menor interferên-

cia nas atividades diárias. Essa evolução é esperada após o fechamento da ferida e está alinhada com evidências de que a cicatrização tecidual reduz sensibilidade, inflamação e desconforto crônico.

Os domínios de “Vitalidade e Saúde Mental” apresentaram melhora, indicando aumento da energia, redução da sensação de fadiga e melhor estado emocional. Esse padrão costuma ser observado em pacientes que passaram longos períodos convivendo com dor, limitação motora ou comprometimento tecidual e experimentam alívio após a resolução da condição.

Os “Aspectos Sociais” também demonstraram melhora importante, evidenciando retomada da participação social, interações e atividades de convivência. Esse resultado reforça a ideia de que a dor e a limitação física haviam impactado negativamente o convívio social e que, com a recuperação, houve retorno progressivo às atividades habituais.

Por fim, os escores de limitação por aspectos emocionais mostram melhora significativa, indicando que estados emocionais negativos (como preocupação, frustração ou autoimagem comprometida) passaram a interferir menos nas rotinas diárias após o fechamento da ferida.

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA

Figura 4: Evolução do tratamento, imagens da primeira (A) à última sessão (B).



Figura 5: Pós-tratamento, imagem referente a 1 mês após a última sessão.



DISCUSSÃO

A fisiopatologia das úlceras do pé diabético é amplamente reconhecida como resultado da interação multifatorial entre neuropatia periférica, insufi-

ciência vascular e disfunção imunoinflamatória. Esse conjunto de alterações compõem o ambiente crônico e de difícil cicatrização característico desses pacientes. As Diretrizes da Sociedade Brasileira de Angiologia e de Cirurgia

Vascular⁽⁹⁾ descrevem que o diabetes compromete tanto a microcirculação quanto a resposta inflamatória, reduzindo a oxigenação tecidual, a capacidade de reparo e a resistência às infecções.

Os achados iniciais do presente caso, que são dor em queimação, edema importante, coloração arroxeadas, exsudato moderado e presença de tecido desvitalizado, refletem com precisão o quadro fisiopatológico típico de processo inflamatório. Conforme apontado em revisões recentes, é destacado que a inflamação desregulada e a perfusão reduzida são fatores determinantes na cronicidade dessas lesões^(10,11).

A FBM surge como uma intervenção capaz de modular processos celulares essenciais para a reparação tecidual. Seu mecanismo de ação está fundamentado na absorção da luz por cromóforos intracelulares, especialmente o citocromo-c oxidase na cadeia respiratória mitocondrial. Essa interação desencadeia aumento da produção energética, ativação metabólica e estímulo à proliferação celular. Esses eventos são amplamente descritos por Kaviani e colaboradores (2011)⁽¹²⁾ e Veras e colaboradores (2022)⁽¹³⁾. O conjunto dessas respostas fotoquí-

micas contribui para acelerar as etapas de granulação, epitelização e remodelação, justamente as fases mais comprometidas nas feridas diabéticas.

Além da ativação mitocondrial, a FBM exerce efeitos angiogênicos fundamentais para feridas isquêmicas. Estudos demonstram aumento da expressão de VEGF e formação de novos capilares após a terapia, resultando em melhora significativa da perfusão tecidual. No presente caso, essa ação se manifestou clinicamente na mudança da coloração da ferida, de arroxeada e mal perfundida para rósea e bem vascularizada, e no preenchimento rápido da lesão com tecido de granulação vivo^(12, 14).

Outro ponto essencial é a influência da FBM sobre a fase proliferativa da cicatrização. Kajagar e colaboradores (2012)⁽¹⁵⁾ evidenciam que a terapia estimula a migração e atividade de fibroblastos e queratinócitos, promovendo fechamento mais eficiente da ferida e organização adequada das bordas. Esse efeito foi claramente observado neste estudo, no qual a ferida evoluiu de um padrão irregular e profundo para margens regulares, tecido homogêneo e rápida redução da área ulcerada, com epitelização já evidente entre a terceira e quarta semana.

Os achados deste caso clínico convergem de maneira consistente com o corpo de evidências disponível sobre o uso da FBM em úlceras diabéticas. Kaviani e colaboradores (2011)⁽¹²⁾ apontam aceleração significativa da cicatrização quando a FBM é combinada ao cuidado convencional, resultado semelhante ao observado aqui, em que houve redução precoce do exsudato, melhora visível da granulação e diminuição progressiva da profundidade. Da mesma forma, Kajagar e colaboradores (2012)⁽¹⁵⁾ relatam diminuição expressiva da área ulcerada e menor tempo médio de cicatrização em pacientes tratados com laser, achado que se aproxima diretamente da evolução deste caso, cuja epitelização avançada se instalou já entre a terceira e quarta semana.

Os estudos nacionais de Porto Feitosa e colaboradores^(14, 16) também corroboram os resultados encontrados, demonstrando que a FBM não apenas acelera o fechamento da ferida, mas também aprimora a qualidade do tecido reparado, com maior organização do colágeno e menor probabilidade de cicatrizes hipertróficas. Esses aspectos foram observados no presente caso, cuja cicatrização final apresentou coloração uniforme, epitelização íntegra e ausência de áreas frágeis, indicando reparo estrutural adequado e menor risco de recidiva.

Destaca-se que, ao longo do curso da lesão, que a paciente recebeu duas recomendações médicas: amputação do hálux e sutura. Essas condutas que poderiam acarretar impactos funcionais significativos e permanentes. A literatura descreve que o hálux desempenha papel fundamental na biomecânica da marcha, especialmente durante a fase de propulsão, sendo responsável por aproximadamente 40 a 60% da carga transmitida no antepé no momento do push-off⁽¹⁷⁾.

A amputação do hálux está associada a alterações no padrão de marcha, redução da velocidade, diminuição da estabilidade, aumento do gasto energético e maior risco de quedas, além de sobrecarga compensatória em outras articulações do membro inferior. Essas alterações repercutem diretamente na funcionalidade e na autonomia do indivíduo, impactando negativamente sua qualidade de vida. Nesse contexto, a evolução clínica favorável obtida por meio do tratamento conservador associado à fotobiomodulação evidencia a importância da preservação do hálux, não apenas para a cicatrização tecidual, mas também para a manutenção da marcha funcional, da independência nas atividades de vida diária e da melhora global nos domínios avaliados pelo questionário SF-36^(18, 19).

Assim, ao analisar conjuntamente a evolução clínica observada e as evidências científicas disponíveis^(14, 15, 20), fica evidente que os resultados obtidos

reforçam o papel da FBM como uma intervenção eficaz, segura e biologicamente fundamentada no manejo das úlceras do pé diabético. A cicatrização completa em seis semanas, acompanhada de melhora significativa nos parâmetros de dor, tecido e perfusão, confirma que a FBM se destaca como uma estratégia valiosa para otimizar o tratamento dessas lesões complexas.

CONCLUSÃO

No início do tratamento, a paciente apresentava importante comprometimento funcional, necessitando de auxílio para a realização de todas as atividades de vida diária, incluindo higiene pessoal, tarefas domésticas e deambulação por curtas distâncias. Comparecia à unidade de saúde com o membro acometido protegido por sacola plástica, sem o uso de calçados, evidenciando o impacto significativo da lesão em sua funcionalidade e autonomia. Ao longo do acompanhamento, observou-se melhora progressiva do quadro funcional, refletida na retomada gradual dessas atividades e na maior independência da paciente. Corroborando esses achados clínicos, os resultados do questionário SF-36 demonstraram melhora em todos os seus domínios, indicando não apenas evolução física, mas também benefícios nos aspectos emocionais, sociais e na percepção geral de qualidade de vida, reforçando a efetividade do tratamento instituído.

No caso apresentado, a FBM demonstrou associação com a cicatrização completa da úlcera em cerca de seis semanas, acompanhada pela redução progressiva do escore PUSH e do quadro algico. Embora as limitações inerentes ao delineamento de estudo de caso impeçam generalizações amplas, os resultados observados são consistentes com as evidências disponíveis sobre o uso da FBM no manejo de úlceras do pé diabético, reforçando seu potencial terapêutico e a necessidade de investigações clínicas mais robustas.

REFERÊNCIAS

1. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in diabetes since 1990: a pooled analysis of 751 population-based studies with 4.4 million participants. *Lancet*. 2024;404(10399):1513-1530.
2. Sociedade Brasileira de Angiologia e de Cirurgia Vascular (SBACV). Úlceras do pé diabético: epidemiologia e tratamento. São Paulo: SBACV; 2023.
3. World Health Organization. Global report on diabetes. Geneva: WHO; 2009.
4. International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF). Guidelines on the prevention and management of diabetic foot disease. 2020.
5. Huang YY, et al. The effect of low-level laser therapy on diabetic foot ulcers: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Cosmet Laser Ther*. 2021;23(1):32-40.
6. Andrade RG, et al. Fotobiomodulação e cicatrização tecidual: uma revisão sistemática da literatura. *Rev Bras Cir Plást*. 2014;29(1):149-157.
7. Mathur RK, et al. Low-level laser therapy as an adjunct to conventional therapy in the treatment of diabetic foot ulcers. *J Clin Diagn Res*. 2017;11(4):100-105.
8. Silva LT, et al. Fotobiomodulação com LED no tratamento de feridas crônicas em pacientes com diabetes mellitus: uma revisão sistemática. *Rev Gaucha Enferm*. 2022.
9. Duarte Junior EG, et al. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Angiologia e de Cirurgia Vascular sobre o pé diabético 2023. *J Vasc Bras*. 2024;23:e20230087. doi:10.1590/1677-5449.202300871
10. Duarte EG, et al. Carga global das úlceras do pé diabético: estimativa de 9,1 a 26,1 milhões de pessoas com diabetes mellitus desenvolvendo úlcera de pé por ano. *J Soc Bras Angiol Cir Vasc*. 2024.
11. Etiology, epidemiology, and disparities in the burden of diabetic foot ulcers. *J Clin Transl Endocrinol*. 2023.
12. Kaviani A, et al. A randomized clinical trial on the effect of low-level laser therapy on chronic diabetic foot wound healing: a preliminary report. *J Diabetes Metab Disord*. 2011;10(1):22-28.
13. Bavaresco L, et al. Terapia a laser de baixa potência na cicatrização de úlcera venosa: ensaio clínico randomizado. *Rev Bras Ter Avanc*. 2021;25(2):89-94.
14. Porto Feitosa L, et al. Dor e qualidade de vida de pacientes diabéticos portadores de úlceras antes e após tratamento com terapia a laser de baixa intensidade e óleo de *Helianthus annuus*. *Rev Bras Ter Complement*. 2017;19(3):153-160.
15. Kajagar S, et al. Efficacy of low-level laser therapy on wound healing in patients with chronic diabetic foot ulcers: a randomised controlled trial. *J Diabetes Metab Disord*. 2012;11(2):124-130.
16. Porto Feitosa L, et al. Efeitos da laserterapia de baixa intensidade no processo de cicatrização de úlceras do pé diabético. *Rev Bras Fisioter*. 2015;19(6):491-497.
17. Perry J, Burnfield JM. Análise da marcha: função normal e patológica. 2ª ed. Barueri: Manole; 2010.
18. Neumann DA. Cinesiologia do aparelho musculoesquelético. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2018.
19. Mueller MJ, et al. Plantar pressures and gait characteristics after transmetatarsal amputation. *Phys Ther*. 1995;75(8):706-715.
20. Palagi S, et al. The effects of low-level laser therapy on the healing of diabetic foot ulcers: a randomized controlled trial. *Photomed Laser Surg*. 2015;33(8):396-403.