

FOTOBIMODULAÇÃO NO PÉ DIABÉTICO: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS EFEITOS DO LASER E DO ILIB

Juliana Máximo da Silva Campos¹

Jusisleny Carneiro da Silva Gama²

Luiza Conceição Cupertino³

RESUMO

A Diabetes Mellitus se destaca como um problema de saúde pública, sendo uma das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) com maior magnitude, e vem em paralelo com o aumento do índice de obesidade e sedentarismo na população, que parte, em maioria, dos casos da má alimentação e da falta da prática de atividade física. O objetivo desta pesquisa é responder a seguinte pergunta: a técnica ILIB demonstra eficácia semelhante à terapia local com laser de baixa intensidade na promoção da cicatrização de feridas em pacientes com úlceras plantares, que apresentam a diabetes mellitus?. Este trabalho trata-se de um estudo comparativo, que através de 2 relatos de caso visa identificar qual a viabilidade de cada tratamento no cuidado de pessoas que sofrem com feridas no pé diabético. Ao comparar os resultados dos protocolos utilizados, podemos chegar a conclusão de que as duas técnicas utilizadas são eficazes, promovendo a melhora e acelerando o processo de cicatrização tecidual. Obtendo uma diminuição de 2 cm no comprimento e 1 cm na largura da lesão por pressão da paciente A e diminuição de 1,5 cm no comprimento e 2 cm na largura da ferida do paciente B.

Palavras-chaves: Diabetes Mellitus, laser, feridas, cicatrização e ILIB.

ABSTRACT

Diabetes Mellitus stands out as a public health problem, being one of the most significant non-communicable chronic diseases (NCDs), and occurs in parallel with the increase in obesity and sedentary lifestyles in the population, mostly due to poor diet and lack of physical activity. The objective of this research is to answer the following question: does the ILIB technique demonstrate similar efficacy to local low-intensity laser therapy in promoting wound healing in patients with plantar ulcers who have diabetes mellitus? This work is a comparative study that, through two case reports, aims to identify the viability of each treatment in the care of people suffering from diabetic foot wounds. By comparing the results of the protocols used, we can conclude that both techniques are effective, promoting improvement and accelerating the tissue healing process. Obtaining a 2 cm reduction in length and a 1 cm reduction in width of the pressure injury in patient A, and a 1.5 cm reduction in length and a 2 cm reduction in width of the wound in patient B.

¹Orientadora. Especialista em Fisioterapia Intensiva, Fisioterapia Dermatofuncional e Estética Avançada, Rede de Ensino Doctum, Unidade Serra, prof.juliana.campos@doctum.edu.br

²Graduanda em Fisioterapia, Rede de Ensino Doctum, Unidade Serra, aluno.jusisleny.gama@doctum.edu.br

³Graduanda em Fisioterapia, Rede de Ensino Doctum, Unidade Serra, aluno.luiza.cupertino@doctum.edu.br

Keywords: Diabetes Mellitus, laser, wounds, wound healing and ILIB

INTRODUÇÃO

O diabetes Mellitus (DM) é uma doença crônica, grave e sistêmica, onde o metabolismo apresenta índices elevados de glicose no sangue e que tem demonstrado, através de pesquisas, altos níveis de incidência e prevalência devido o envelhecimento populacional (MUZY *et al.*, 2021). A DM se destaca como um problema de saúde pública, sendo uma das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) com maior magnitude, e vem em paralelo com o aumento do índice de obesidade e sedentarismo na população, que parte, em maioria, dos casos da má alimentação e da falta da prática de atividade física (LELIS *et al.*, 2023). Para o seu tratamento é necessário adquirir medidas protetoras profiláticas, a fim de evitar os riscos e complicações, estabelecendo estratégias de prevenção e promoção à saúde dessa população (FERREIRA, 2020).

Segundo Ferreira (2020), os pés dos pacientes diabéticos são favoráveis as úlceras plantares e infecções devido ao processo patológico da doença na fase tardia, sendo que as infecções contribuem para a amputação do membro inferior. Beckmann, Hamme e Schröder (2014) enfatizam que as úlceras do pé diabético são classificadas como lesões crônicas que não cicatrizam ou tem uma duração prolongada em pacientes com DM, e uma das principais complicações da doença é a síndrome do pé diabético, a qual é responsável pelo maior índice de prevalência de amputações não traumáticas dos membros. Otsuka *et al.* (2022), destacam que há uma dificuldade maior em cuidar dos pacientes que apresentam a diabetes mellitus e que após a lesão:

O reparo tecidual e a cicatrização de feridas cutâneas são processos complexos que envolvem uma série de eventos dinâmicos, incluindo coagulação, inflamação, formação de tecido de granulação, contração da ferida e remodelação tecidual (OTSUKA *et al.*, 2022).

Além disso, a neuropatia periférica, a doença arterial periférica, a neuroartropatia de Charcot e as alterações biomecânicas, além dos distúrbios imunológicos e metabólicos também corroboram para a amputação dos membros inferiores e formação de úlceras no portador de diabetes mellitus (BECKMANN; HAMME; SCHRÖDER, 2014).

Um recurso muito utilizado no manejo das feridas cutâneas é a laserterapia que conduz o laser em baixa intensidade de irradiação e como observado por Otsuka *et al.* (2022), com o objetivo de “Fornecer energia de luz bioestimulante direta às células do corpo, aumentando assim a função celular normal e reparo tecidual” contribuindo assim com a cicatrização cutânea.

A Terapia a Laser de Baixa Intensidade (LLLT), é bem discutida em diversos estudos científicos e demonstra eficácia no tratamento de úlceras. Além das técnicas tradicionalmente utilizadas, a literatura científica destaca o ILIB (Irradiação Intravascular do sangue com laser) como uma alternativa terapêutica de crescente interesse, com estudos que evidenciam seus possíveis efeitos sistêmicos, a qual utiliza feixes de luz diretamente aplicado à artéria radial, que apresenta efeitos anti-inflamatórios e vasodilatadores, os quais auxiliam na manutenção da homeostase do corpo através da estabilização dos sistemas hormonais e imunológico, contribuindo na redução da glicose promovendo a diminuição da agregação plaquetária (BINOTTO; GONZAGA; FAGUNDES, 2024).

Visto a eficácia da laserterapia para a cicatrização das úlceras em pé diabético e seus principais efeitos fotobiomoduladores, a questão norteadora deste estudo é: A técnica ILIB demonstra eficácia semelhante a terapia local com laser de baixa intensidade na promoção da cicatrização de feridas em pacientes com úlceras plantares, que apresentam a diabetes mellitus?

METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de um estudo comparativo, que através de 2 relatos de caso visa identificar qual a viabilidade de cada tratamento no cuidado de pessoas que sofrem com feridas no pé diabético.

Para a realização das técnicas foi utilizado aparelho de laser da marca FLUENCE® HTM, utilizou-se a caneta de laser vermelho de diodo, cujo o comprimento de onda é 658 nm, frequência do pulso de 1 Hz a 18 KHz, duração do pulso de 26,7 us a 0,5 e potência de 100 mW. O comprimento de onda foi escolhido com base em estudos como o de Machado *et al.* (2017), que sugerem maior potencialização da produção de trifosfato de adenosina (ATP) no tecido. Durante a aplicação, o aplicador e o paciente utilizaram os óculos de proteção, permanecendo o

mesmo aplicador durante todas as aplicações para os dois pacientes. Para o paciente B utilizou-se a pulseira ILIB.

Para avaliação das lesões foi disposto a utilização da fita métrica a fim de mensurar o tamanho da lesão, consistindo em medi-las na região de maior comprimento e de maior largura e a observação de tecido presente e no processo de cicatrização. Utilizou-se também a comparação por fotografia, que foram realizadas na 1^a, 3^a e 5^a sessão.

Foi montado 1 protocolo diferente para cada paciente, sendo que para o paciente A fez-se o uso da técnica de terapia a laser de baixa intensidade (LLLT) e para o paciente B foi realizada a técnica de irradiação intravascular no sangue com laser (ILIB). Cada paciente foi submetido a 5 sessões de terapia à laser, 1 vez por semana por 5 semanas, totalizando 5 atendimentos ao todo.

Para o paciente A foi aplicado laser vermelho em varredura, utilizando energia de 4J/cm² em torno da lesão, variando o tempo de aplicação mediante o comprimento da ferida, visto que cada ciclo é o equivalente a 40 segundos de aplicação, conforme sugerido por Siqueira *et al.* (2004) e Bernardes e Jurado (2018). Além dos cuidados higiênicos, o qual era feito 2 vezes ao dia: lavagem com o gel PHMB, a pomada papaína 10%, aplicada em cima da lesão e o óleo de girassol, aplicado pelo contorno da LPP.

Já o protocolo estipulado para o paciente B foi da terapia ILIB, onde consiste na aplicação do laser através da pulseira na artéria radial do paciente de maneira sistêmica e pontual, o protocolo utilizado foi energia de 22,6 joules e uma aplicação com duração de 30 minutos. Conforme utilizado por Machado *et al.* (2017), como terapia complementar ao LLLT em feridas refratárias, utilizamos o ILIB como tratamento único neste protocolo. O paciente B também realizava a limpeza da região com soro fisiológico, hidrogel DERSANI e óleo de girassol.

FISIOPATOLOGIA DA DOENÇA: DIABETES MELLITUS TIPO II

A diabetes mellitus (DM) tipo II segundo Garcia et al (2020), tem sua fisiopatologia relacionada a distúrbios metabólicos, que podem ser causados por secreção defeituosa do hormônio insulina pelas células β pancreáticas e pela incapacidade dos tecidos sensíveis responder à insulina, alterando a homeostase do organismo. Ainda segundo os autores Binotto, Gonzaga e Fagundes (2024), este

hormônio é o principal responsável por permitir a entrada de açúcar contido nos alimentos, para dentro das células e serem transformados em energia, entretanto na DM há uma alteração desse hormônio, o qual não consegue adentrar nas células para ser convertido, causando assim uma hiperglicemia no organismo, sendo capaz de causar dano a pele, alterando a sensibilidade tátil, térmica e dolorosa.

Conforme citado por Otsuka *et al* (2022), "O reparo tecidual e a cicatrização de feridas cutâneas são processos complexos...", e por esse motivo se dá a importância dos cuidados com pacientes que possui a DM, requerindo estratégias inovadoras e uma intervenção rápida, em concordância com Dasari *et al* (2021), pois o processo de cicatrização é mais demorado devido a alteração química no sangue, o qual altera o sistema imunológico, lentificando e reduzindo as defesas do corpo.

Dentre as alterações patológicas visíveis na diabetes que dificulta o processo de cicatrização de feridas diabéticas, estão a hiperglicemia crônica que afeta a vascularização e prejudica a perfusão sanguínea adequada, podendo apresentar doença vascular periférica e neuropatia, além de distúrbios respiratórios e imunológicos. Como foi analisado e descrito pelos autores Garcia *et al* (2020) e Dasari *et. al.* (2021), as feridas diabéticas são caracterizadas pela alteração das fases do processo de cicatrização das feridas: fase inflamatória, fase proliferativa e fase de remodelação.

Na fase inflamatória há um prolongamento do estado pró-inflamatório, devido a produção de citocinas pró-inflamatórias em excesso pelos macrófagos inflamatórios e fagocitários (M1), o qual realiza sua transição para macrófagos anti-inflamatórios (M2) de forma tardia, o que atrasa a cicatrização da ferida e pode levar a formação de uma ferida crônica, os neutrófilos também contribuem com a inflamação ao liberar enzimas citotóxicas, que aumentam o estresse oxidativo causando mais danos aos tecidos e retardando a cicatrização; A fase proliferativa seria o momento em que aconteceria, principalmente, o restabelecimento do suprimento sanguíneo na cicatrização. Ao lesionar o tecido o estado de hipóxia estimula a produção de fatores proangiogênicos e a inibição de fatores antiangiogênicos, os quais são responsáveis pela manutenção da vasculatura quiescente, enquanto o processo de cicatrização vai progredindo para a fase de remodelação, fatores de maturação vascular são necessários para poda e maturação da vasculatura. Nas feridas diabéticas o processo da angiogênese é

insuficiente, há déficits nos fatores de maturação vascular prejudicando a maturação, regressão e a estabilização do leito capilar recém-formado, atrasando a progressão do processo de cicatrização e aumentando o risco da ferida se tornar crônica ou recorrente (DASARI *et al*, 2021).

Em concordância com o estudo proposto por Baracho *et al.* (2023), 40 a 70% das pessoas com diabetes mellitus que apresentam úlcera no pé, sofrem com amputação não traumática do membro inferior devido a DM, além de ter um impacto socioeconômico devido hospitalização, tratamento e reabilitação. A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que em 2045, 629 milhões de pessoas tenham a doença e que cada pessoa com DM têm um risco de 25% de apresentar úlceras no pé, sendo responsável por 20% das internações e devido apresentarem infecções, 20% dessas internações resultam em amputação do membro inferior, tornando necessário maior envolvimento e melhores tratamentos para a saúde desses pacientes, a fim de evitarem complicações.

A diabetes mellitus está relacionada com os processos de cicatrização deficitária, conforme o exposto por Dasari *et. al.* (2021) e Garcia *et. al.* (2020) e está relacionada a “traumas repetitivos, deformidade óssea, limitação de movimento, pressão numa extremidade ou proeminência óssea cuja sensibilidade já se encontra deficitária ou ausente ...” (BARACHO *et. al.* 2023).

Embora haja diversas terapias disponíveis para o tratamento de úlceras, até o momento se faz presente as feridas crônicas, que mesmo com terapia adequada, apresenta recidivas se tornando um desafio na área da saúde. As feridas crônicas podem ser conceituadas como:

Qualquer interrupção na continuidade de um tecido corpóreo, em maior ou menor extensão, decorrente de traumas ou de afecções clínicas, que apresenta difícil processo de cicatrização, ultrapassando a duração de seis semanas (GOIS *et al.* 2021).

Acometendo, segundo Gois *et al.* (2021) 5% da população adulta ocidental e sendo a DM uma das causas mais prevalentes no aparecimento de feridas crônicas, uma vez que está associada a múltiplos sistemas e suas complicações.

FOTBIOMODULAÇÃO: LASER

Neste sentido, segundo Baracho *et al.* (2023), têm surgido terapias inovadoras, sendo uma delas a terapia de fotobiomodulação com Laser e com LED, a qual tem se mostrado benéfico nos tratamentos de feridas, pois a fotobiomodulação age através da interação da luz com o tecido corporal.

Segundo Alghamdi *et al.* (2012), Rathod *et al.* (2022) e Jesus *et al.* (2025), a terapia a laser de baixa intensidade (LLLP), também conhecida como “terapia a laser suave”, vem sendo utilizada na medicina há mais de 3 décadas, promovendo efeitos biológicos sem causar aumento significativo de temperatura nos tecidos. Essa técnica utiliza luz vermelha ou infravermelha de baixa potência, capaz de penetrar entre 3 mm e 15 mm em tecidos, estimulando processos celulares que contribuem para a regeneração, alívio da dor e cicatrização de feridas, por meio da bioestimulação e biomodulação celular.

De acordo com Silva *et al.* (2025), no tratamento de fotobiomodulação a laser em estudos analisados demonstraram que os comprimentos de onda de 600 a 1000 nm influenciam nos resultados terapêuticos, cada um possuindo uma propriedade específica, emergindo dentre eles o comprimento de onda de 658 nm como o que possui maior eficácia, principalmente na cicatrização de lesão por pressão (LP), e quando aplicado em doses específicas como 4 J/cm². O autor Dipp (2024) concorda com ele ao afirmar que “Tecidos superficiais, como a pele e mucosas, respondem bem a comprimentos de onda mais curtos (600-700 nm)”.

Ainda segundo os autores Alghamdi *et al.* (2012), Rathod *et al.* (2022) e Jesus *et al.* (2025), a LLLP melhora a microcirculação e o fornecimento de oxigênio, fatores essenciais para a cicatrização de úlceras e outras lesões. Sua ação depende da dose aplicada, podendo estimular a proliferação celular em baixas intensidades e apresentar efeito supressor em doses elevadas. Por não emitir calor, som ou vibração, trata-se de um método seguro e eficaz, capaz de favorecer a reparação tecidual e a restauração das funções biológicas de forma controlada e não invasiva.

A principal diferença entre os tipos de fotobiomodulação a laser, vermelho e infravermelho, está no comprimento das ondas e na profundidade em que cada um irá atuar. O laser vermelho atua mais superficial, com o comprimento de onda visível

(630 nm - 660 nm), sendo indicado para tratamento do tecido superficial e mucosas, o qual age na mitocôndria realizando o aumento da produção de energia celular (ATP), acelerando o processo de cicatrização, estimulando a produção de colágeno e auxiliando na recuperação tecidual em lesões. Outrora, o laser infravermelho atua penetrando mais profundamente no tecido, devido ao comprimento de onda ser maior (780 nm - 1000 nm), o qual é invisível a olho nu, tornando-o mais eficaz no tratamento de lesões profundas, em estruturas mais internas no corpo como: músculos, tendões e articulações (CHUANG; CHENG, 2024).

TERAPIA ILIB

Segundo Silva e Martins (2023) e Silva e Porto (2022), a terapia ILIB, também conhecida como laserterapia intravascular, consiste na aplicação de luz de baixa intensidade diretamente sobre o sangue, geralmente na artéria radial, com o objetivo de estimular respostas celulares e restaurar o equilíbrio do organismo. Essa irradiação ativa fotorreceptores celulares e desencadeia processos biológicos, físicos e químicos que favorecem a oxigenação e a regeneração tecidual, além de exercer efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios e analgésicos. Ao atuar sobre componentes sanguíneos como plaquetas, lipídios e hemácias, o ILIB contribui para a modulação do sistema imunológico e tem se mostrado eficaz em condições relacionadas à dor crônica, doenças autoimunes e inflamações sistêmicas.

Por sua vez, Moroti-Peruginil *et al.* (2023) destacam que, na fotobiomodulação vascular (VPBM) ou ILIB modificado, a absorção de fótons pelos fotorreceptores — especialmente pela enzima citocromo c oxidase — desencadeia um aumento no transporte de elétrons e no potencial de membrana mitocondrial, elevando a produção de ATP. Esse processo energético estimula fatores de transcrição e regula a expressão de proteínas pró-inflamatórias, resultando em melhora do quadro algico e aceleração da recuperação celular. Dessa forma, o ILIB se consolida como uma técnica de modulação celular e bioenergética, capaz de promover efeitos sistêmicos positivos e contribuir para a reparação tecidual e o equilíbrio metabólico.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Paciente A, sexo feminino, 81 anos, com histórico de hipertensão arterial sistêmica (HAS), Alzheimer, diabetes mellitus tipo II e trombose, acamada devido prévia cirurgia para colocação de prótese no fêmur direito após queda, apresenta na região posterior do calcâneo esquerdo uma lesão por pressão (LP). Na avaliação inicial a paciente apresentava tecido necrótico e por esse motivo foi feito o debridamento da ferida, a fim de promover a exposição do tecido saudável, para darmos início ao tratamento.

Imagem 1 - Avaliação paciente A



Fonte: Autoria própria (2025).

Na data da primeira sessão o tamanho da ferida era de 3 cm de comprimento por 2 cm de largura e apresentava tecido necrótico, como observado na imagem 1, além de uma descamação nas bordas laterais da ferida.

No protocolo realizado para a paciente A utilizou-se a aplicação do laser vermelho por varredura em torno da lesão, realizando a aplicação 1 vez por semana, durante 5 semanas, as quais serão representadas no fluxograma, vale ressaltar que a cada atendimento a ferida era medida novamente e recalculado o tempo de aplicação do laser, havendo uma diminuição gradual no tempo de aplicação, sendo 40 segundos cada ciclo.

Paciente B, sexo masculino, 63 anos, possui HAS, DM tipo II, doença arterial periférica e doença renal crônica, tabagista e sedentário, com obesidade grau I (IMC

32,1), o paciente realizou amputação em nível metatarso-falangeana no membro direito, adquirindo, em ambiente hospitalar, a osteomielite logo após a amputação do membro, o que dificultou mais a recuperação do paciente, ficando internado por 2 meses e 4 dias. A lesão perdurou por mais de 6 meses, se classificando como uma lesão crônica.

Imagem 2 - Avaliação paciente B

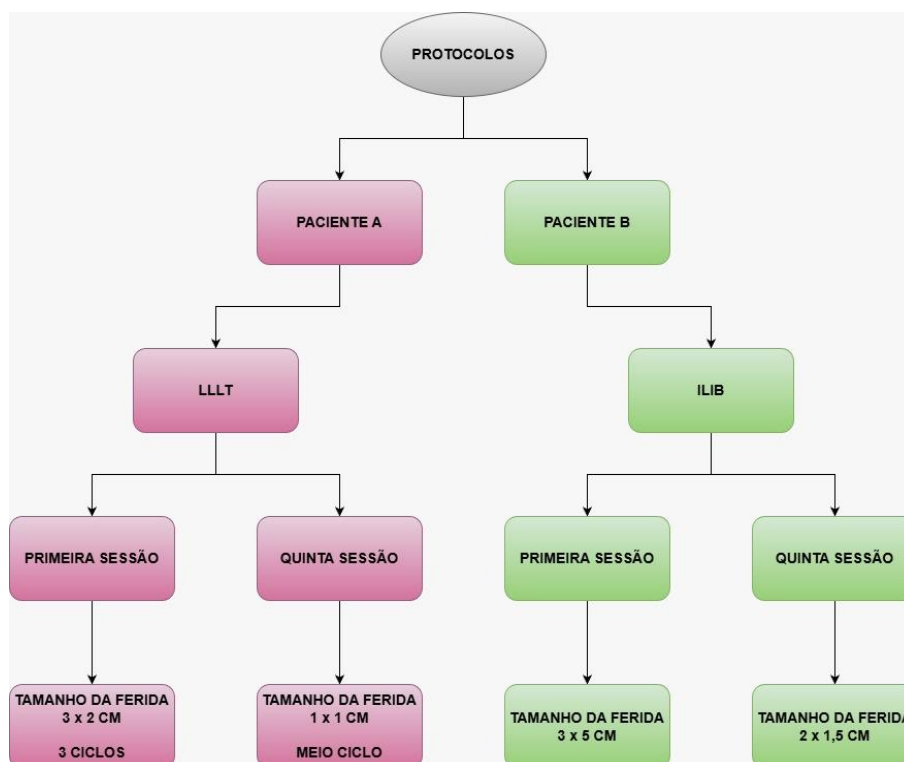


Fonte: Aatoria própria (2025).

Na imagem 2 observa-se como estava a ferida na primeira sessão de tratamento, apresentando 3 cm de comprimento e 5 cm de largura, com tecido de granulação, entrando na fase proliferativa da ferida.

No protocolo utilizado para o paciente B foi utilizado a aplicação do laser vermelho pela técnica conhecida como ILIB, irradiação intravascular no sangue com laser, realizando a aplicação 1 vez por semana durante 5 semanas, as quais também serão representadas no fluxograma. Utilizou-se o protocolo pré configurado do ILIB no aparelho de laser, sendo aplicado no paciente através da pulseira ILIB, direcionando a radiação do laser para a artéria radial no punho esquerdo, durante 30 minutos.

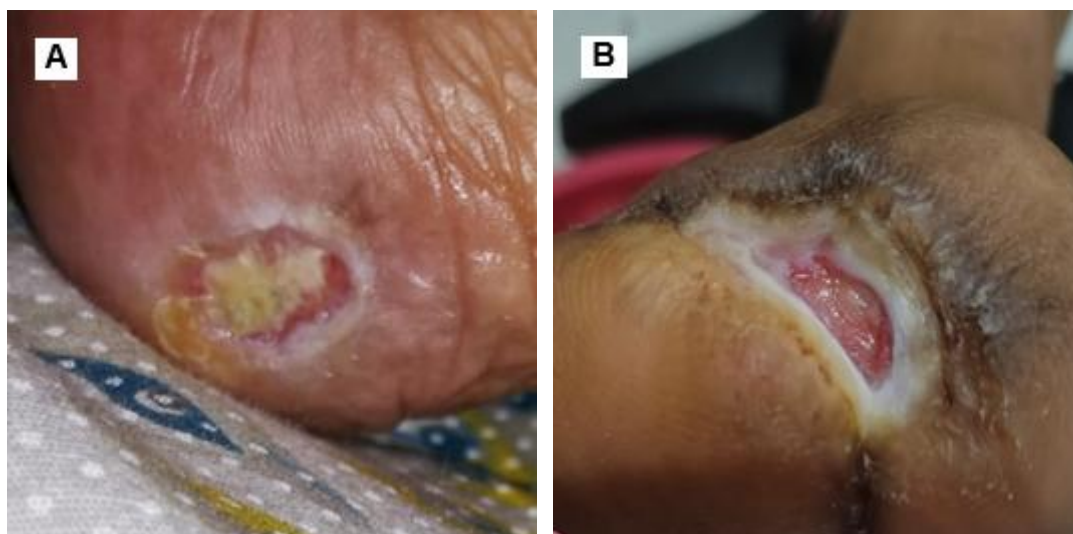
Imagem 3 - Fluxograma



Fonte: Autoria própria (2025).

O fluxograma nos apresenta objetivamente o protocolo que cada paciente recebeu, o número de sessões realizadas por protocolo, sendo 5 para cada no total, além de ser possível visualizar a evolução da ferida entre a 1^o e a 5^o sessão. Ao comparar as técnicas e protocolos utilizados em cada paciente, podemos observar no fluxograma, que as duas técnicas apresentaram melhora significativa no tamanho da ferida, contribuindo com a regeneração tecidual, melhora do aspecto da lesão e da coloração tecidual.

Foi realizada uma comparação das feridas na 3^a sessão de atendimento através da fotografia, para verificar como estavam as feridas em aspecto e tamanho, da paciente A e do paciente B, respectivamente, a qual é disposta a seguir.

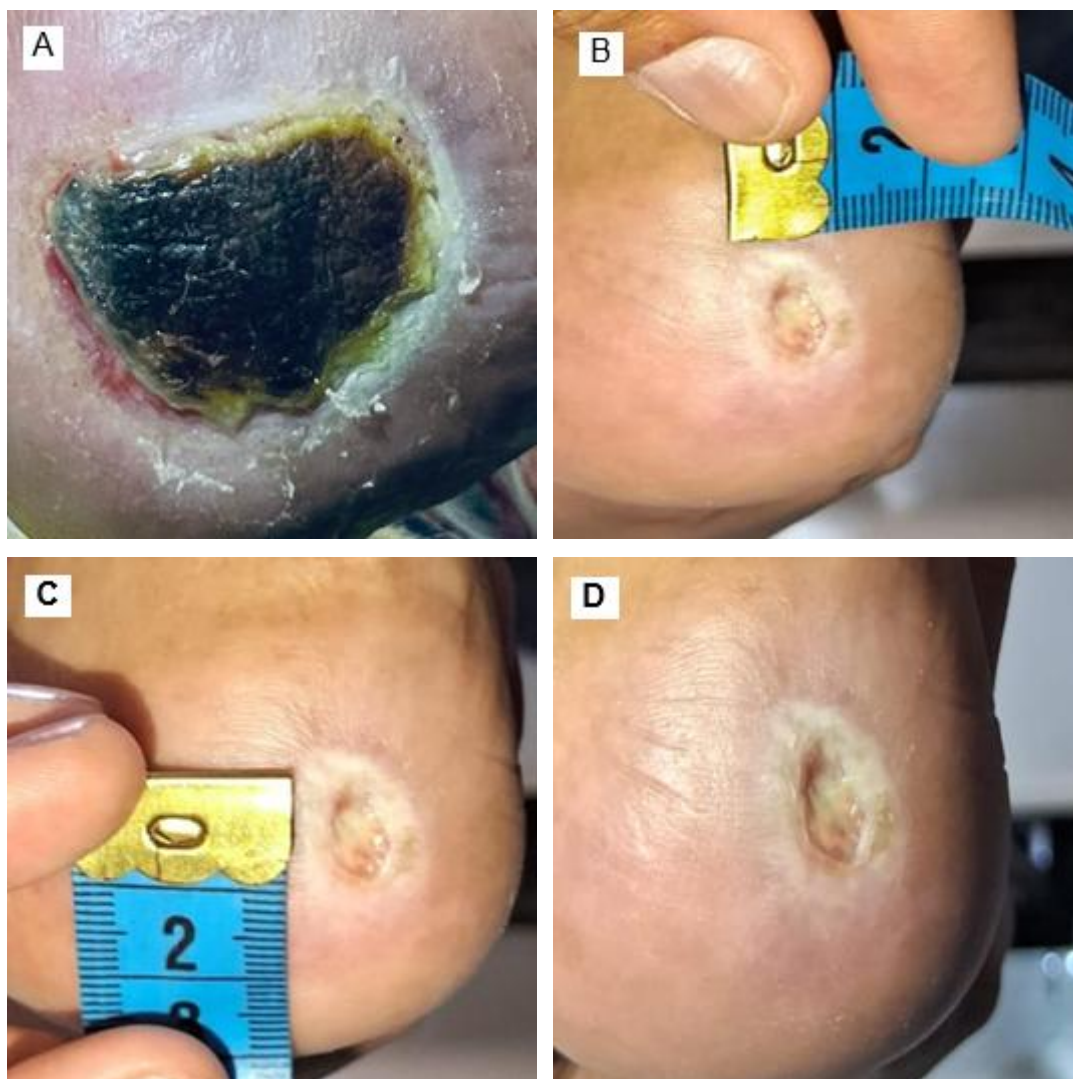
Imagem 4 - Comparação das feridas na 3ª sessão dos pacientes A e B

Fonte: Autoria própria (2025).

Legenda: Na imagem A temos o paciente A e na imagem B temos o paciente B, respectivamente.

Ao comparar as imagens do 3º atendimento é possível notar que a paciente A, submetida ao tratamento de LLLT, obteve um resultado a curto prazo mais eficaz, apresentando melhora do aspecto tecidual e uma redução do tamanho da ferida significativo que, em comparação ao paciente B, submetido ao tratamento ILIB, que a curto prazo obteve apenas uma melhora no aspecto tecidual da ferida, não obtendo uma diminuição significativa no tamanho da ferida.

No protocolo da paciente A, submetida a terapia a laser de baixa intensidade (LLLT), observa-se uma evolução gradual do processo de cicatrização, com redução significativa da área lesionada e do tempo de aplicação do laser, passando de 3 x 2 cm para 1 x 1 cm ao final do tratamento e de 3 ciclos de aplicação cada lado para meio ciclo de aplicação, e melhora progressiva do aspecto tecidual ao longo das sessões (imagem 5). A aplicação local do laser vermelho contribuiu para o aumento da microcirculação, estímulo celular e reorganização do tecido, evidenciando a eficácia da técnica na recuperação de lesões superficiais e de média profundidade.

Imagem 5 - Evolução da ferida da paciente A

Fonte: Autoria própria (2025).

Legenda: Na imagem A observa-se a ferida no 1º atendimento, enquanto que na imagem B, C e D observa-se a diminuição da ferida no último atendimento.

Já no protocolo do paciente B, o qual foi submetido a irradiação intravascular no sangue com laser (ILIB), embora tenham sido observado melhoras sistêmicas, como a redução do processo inflamatório e melhora da coloração e da oxigenação tecidual, o avanço da cicatrização local ocorreu de forma mais lenta. Essa diferença pode estar relacionada ao caráter sistêmico da técnica, que atua de maneira indireta sobre o tecido lesionado, e possivelmente mais eficaz se associada a outros recursos terapêuticos locais. Entretanto, ao final do tratamento foi possível observar redução significativa no tamanho da ferida, que passou de 3 x 5 cm para 1,5 x 3 cm de comprimento e largura, comprovando a eficácia do tratamento (Imagem 6).

Imagem 6 - Evolução da ferida do paciente B



Fonte: Autoria própria (2025).

Legenda: Na imagem A observa-se a ferida no 1º atendimento, enquanto que na imagem B, C e D observa-se a evolução da ferida no último atendimento.

Ao comparar os resultados dos protocolos utilizados, podemos chegar a conclusão de que as duas técnicas utilizadas são eficazes, promovendo a melhora e acelerando o processo de cicatrização tecidual. Obtendo uma diminuição de 2 cm no comprimento e 1 cm na largura da lesão por pressão da paciente A e diminuição de 1,5 cm no comprimento e 2 cm na largura da ferida do paciente B.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo analisou os efeitos da Terapia a Laser de Baixa Intensidade (LLLT) e da Irradiação Intravascular do Sangue com Laser (ILIB) no tratamento de

feridas crônicas em pacientes com diabetes mellitus tipo II. As duas técnicas demonstraram potencial terapêutico importante na estimulação do processo cicatricial, atuando de forma a favorecer a regeneração tecidual e a melhora da qualidade da ferida.

Os resultados obtidos a curto prazo diferenciam-se dos obtidos a longo prazo, podendo ser observado através da paciente A, que a técnica de LLLT, a qual foi submetida, a curto prazo produz um efeito mais eficaz e rápido, reduzindo significativamente o tamanho da ferida, melhorando o seu aspecto tecidual e acelerando o processo de cicatrização da lesão, enquanto que no paciente B, o qual foi submetido ao protocolo ILIB, a curto prazo não obteve um resultado tão satisfatório quanto da paciente A, apresentando melhora apenas no aspecto da lesão e uma redução de ferida muito pequena. Outrora, a longo prazo os resultados obtidos provenientes do tratamento do ILIB demonstrou maior eficácia comparado ao tratamento a laser de baixa intensidade (LLLT), apresentando uma redução significativa no tamanho da ferida, sendo um total de 3,3 cm recuperados na somatória do comprimento e altura, enquanto que no protocolo do LLLT foi um total de 3 cm de recuperação no tamanho da ferida.

Entretanto alguns viés foram detectados durante a execução da pesquisa, podendo-se citar o tempo e o número de sessões realizadas para cada paciente, fazendo-se necessário mais estudos para comparar o tempo de aplicação do laser e a quantidade de sessões, visto que nenhum dos pacientes tiveram o fechamento total da lesão; os métodos utilizados na avaliação das lesões, podendo ser acrescentado escalas de avaliação para melhor identificar a fase da lesão e a gravidade, como a escala de Wagner e Armstrong, que avaliam em graus a fase das úlceras em pré ou pós-ulcerativas, gangrena e ainda se existe infecção ou isquemia como proposto por Beckmann *et al.* (2014) e assim propor um protocolo mais completo e individualizado. A quantidade escassa de pacientes também se torna uma limitação, sendo necessário estudos com uma amostra de pacientes maior, para comparar o efeito sistêmico do ILIB com a terapia a laser de baixa intensidade.

A terapia a laser de baixa intensidade nos permite realizar um protocolo mais direcional quanto a localização da ferida, focando em uma região anatômica para a aplicação do tratamento, enquanto que na terapia ILIB a aplicação é sistêmica, diretamente no sangue através do sistema circulatório, oferecendo potencial para tratamento de outras patologias.

Dessa forma, conclui-se que ambas as técnicas de laserterapia apresentaram benefícios no tratamento de feridas em pés diabéticos, entretanto, a LLLT demonstrou resultados mais evidentes e acelerados no reparo tecidual a curto prazo, enquanto o protocolo ILIB apresentou um efeito mais eficaz a longo prazo. Por isso, a ILIB se mostra promissora como recurso terapêutico, especialmente pela sua ação sistêmica na melhora metabólica e na modulação inflamatória, entretanto faz-se necessário mais pesquisas sobre o tema a fim de validar os viés encontrados.

REFERÊNCIAS

- ALGHAMDI, K. M. *et al.* Low-level laser therapy: a useful technique for enhancing the proliferation of various cultured cells. **Lasers in Medical Science**, v. 27, n. 1, p. 237–249, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10103-011-0885-2>. Acesso em: 11 set. 2025.
- BARACHO, V. DA S. *et al.* Fototerapia com LED no reparo tecidual de feridas crônicas em pessoas com diabetes: revisão sistemática. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, v. 44, p. e20220274, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2023.20220274.pt>. Acesso em: 15 set. 2025.
- BECKMANN, K. H. *et al.* Low Level Laser Therapy for the Treatment of Diabetic Foot Ulcers: A Critical Survey. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2014, p. 1–9, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/626127>. Acesso em: 10 set. 2025.
- BERNARDES, L. B.; JURADO, S. R. Efeitos da laserterapia no tratamento de lesões por pressão: uma revisão sistemática. **Revista Cuidarte**, 2018. DOI: <https://doi.org/10.15649/cuidarte.v9i3.574>. Acesso em: 01 out. 2025
- BINOTTO, M. *et al.* Eficácia da Irradiação Intravenosa a Laser do Sangue (ILIB) em Pacientes com Diabetes Mellitus: Uma Revisão. 2024. Disponível em: https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2024/anais/arquivos/RE_0196_0324_01.pdf. Acesso em: 6 out. 2025.
- CHUANG, Y.-C.; CHENG, Y.-Y. Application of Intravenous Laser Irradiation of Blood (ILIB) in Physical Medicine: A Narrative Review. **Rehabilitation Practice and Science**, v. 2024, n. 1, 2024. DOI: <https://doi.org/10.6315/3005-3846.2230>. Acesso em: 11 out. 2025.
- DASARI, N. *et al.* Updates in diabetic wound healing, inflammation, and scarring. **Seminars in Plastic Surgery**, v. 35, n. 3, p. 153–158, 2021. DOI: <http://doi.org/10.1055/s-0041-1731460>. Acesso em: 12 out. 2025.
- DIPP, T. Fotobiomodulação: bases científicas, mecanismos e aplicações na reabilitação fisioterapêutica. **Artmed**, 2024. Disponível em: <https://artmed.com.br/artigos/fotobiomodulacao-bases-cientificas-mecanismos-e-aplicacoes-na-reabilitacao-fisioterapeutica>. Acesso em: 1 nov. 2025
- FERREIRA, R. C. Pé diabético. Parte 1: Úlceras e Infecções. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 55, n. 04, p. 389–396, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0039-3402462>. Acesso em: 10 out. 2025.
- GARCIA, U. G. *et al.* Pathophysiology of type 2 diabetes mellitus. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, n. 17, p. 1–34, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms21176275>. Acesso em: 10 out. 2025.

GOIS, T. DA S. *et al.* Fisiopatologia da cicatrização em pacientes portadores de diabetes mellitus/ Physiopathology of healing in patients with diabetes mellitus. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 4, p. 14438–14452, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv4n4-006>. Acesso em: 5 out. 2025.

JESUS, N. A. DA S. *et al.* Pé diabético e laserterapia de baixa intensidade: fisiopatologia e perspectivas terapêuticas. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 5, p. e15181–e15181, 2025. DOI: <https://doi.org/10.54033/cadpedv22n5-265>. Acesso em: 5 out. 2025.

LELIS, A. P. *et al.* Efeito da laserterapia na cicatrização em pacientes com Diabetes mellitus: revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 8, p. e4012842814–e4012842814, 2023. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i8.42814>. Acesso em: 5 out. 2025.

MACHADO, R. S. *et al.* Low-level laser therapy in the treatment of pressure ulcers: systematic review. **Lasers in Medical Science**, v. 32, n. 4, p. 937–944, 2017.
MOROTI-PERUGINI, L. R. *et al.* Aplicação da terapia por fotobiomodulação vascular em indivíduos com lombalgia e sua relação com a metilação global. **BrJP**, v. 6, p. 353–358, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5935/2595-0118.20230090-pt>. Acesso em: 8 out. 2025.

MUZY, J. *et al.* Prevalência de diabetes mellitus e suas complicações e caracterização das lacunas na atenção à saúde a partir da triangulação de pesquisas. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, n. 5, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-3111X00076120>. Acesso em: 10 out. 2025.

OTSUKA, A. C. V. G. *et al.* Terapia a laser de baixa potência no manejo da cicatrização de feridas cutâneas. **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica**, v. 37, p. 451–456, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5935/2177-1235.2022RBCP.640-pt>. Acesso em: 15 out. 2025.

RATHOD, A. *et al.* Implementation of Low-Level Laser Therapy in Dentistry: A Review. **Cureus**, 2022. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.28799>. Acesso em: 20 out. 2025

SILVA, C. F.; PORTO, M. DE J. Laser intravascular (ILIB) – uma terapia auxiliar no controle da dor. **DOL – Revista Dor On Line**, 2022. Disponível em: <http://www.dol.inf.br/Index.html>. Acesso em: 20 out. 2025.

SILVA, A. M. *et al.* A terapia de fotobiomodulação e fotodinâmica no tratamento de lesão por pressão: revisão de escopo. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 33, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1590/1518-8345.7495.4489>. Acesso em: 23 out. 2025

SILVA, V. G.; MARTINS, W. A ação sistêmica da terapia Intravascular Laser Irradiation of Blood (Ilib) para fortalecimento do sistema imunológico e processo inflamatório: uma revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 6, p. e24612642265, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i6.42265>. Acesso em: 10 set. 2025

SIQUEIRA, F. C. H. N. *et al.* Uso de laser de baixa intensidade, AsALGa, 830nm, em pacientes portadores de úlceras de pressão. **Reabilitar**, p. 10–15, 2004. Disponível em: <<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-413796>>. Acesso em: 06 nov. 2025