
Efeitos do laser de baixa intensidade e óleo de *Helianthus annuus* na cicatrização de úlceras em pé diabético

Effects of low intensity laser and Helianthus annuus oil on the healing of diabetic foot ulcers

Efectos del láser de baja intensidad y el aceite de Helianthus annuus en la cicatrización de las úlceras del pie diabético

Maura Cristina Porto Feitosa³
Hengrid Graciely Nascimento Silva⁴
Ana Flávia Machado de Carvalho⁵
Valrian Campos Feitosa⁶
Nayana Pinheiro Machado de Freitas Coelho⁷
Emília Angela Loschiavo Arisawa⁸
Hilana Francisca Nascimento Silva⁹

³ UESPI, fisioterapia, Piauí, Brasil, mauraportofisio@hotmail.com

⁴ UESPI, fisioterapia, Piauí, Brasil, rua: Joaquim Pedreira, nº 845, bairro: Parque Piauí/65631-350, Timon (MA), (86) 999638889, Brasil. Email: hengrid_graciely@hotmail.com

⁵ UESPI, fisioterapia, Piauí, Brasil, anaflavia@hotmail.com

⁶ HGV, medicina, Piauí, Brasil, valriancf@hotmail.com

⁷ UESPI, fisioterapia, Piauí, Brasil, nayana@hotmail.com

⁸ UNIVAP, ciências biológicas, São Paulo Brasil, emilia@hotmail.com

⁹ UFPI, farmácia, Piauí, Brasil, hilanafns@hotmail.com

RESUMO

Introdução: Úlceras em pé diabético é uma das principais complicações desenvolvidas por indivíduos portadores de diabetes, sendo responsável por uma alta taxa de morbimortalidade. Entre as terapias propostas, a terapia a laser de baixa intensidade e a aplicação do óleo de girassol (*Helianthus annuus*) surge como alternativa para úlceras em pé diabético. **Objetivo:** Avaliar a eficácia da terapia a laser de baixa intensidade e do óleo *Helianthus annuus*, de forma isolada e combinada, na cicatrização das úlceras no pé diabético. **Métodos:** Amostra foi de 32 pacientes diabéticos com úlceras, divididos aleatoriamente em 4 grupos iguais: Grupo C: Controle. Grupo AGE: Óleo de *Helianthus annuus*, Grupo TLBI: Terapia com laser de baixa intensidade, Grupo TLBI + AGE. Os componentes do Grupo C foram instruídos para limpar e o AGE aplicou 5 ml de óleo nas úlceras por 30 dias. Para os grupos TLBI e TLBI + AGE, foi realizado protocolo de tratamento. Todos os participantes da pesquisa foram submetidos, antes e após aplicação dos protocolos terapêuticos propostos, a avaliações macroscópica das úlceras, ultrassom com doppler colorido, índice tornozelo-braquial e ao inventário breve de dor. **Resultados:** A pesquisa demonstrou diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p < 0,05$), observando-se que o Grupo C apresentou aumento na área total da lesão; o Grupo AGE apresentou estabilização na área total das úlceras, porém sem nenhum caso com percentual de reparo completo; os grupos TLBI e TLBI+AGE apresentaram redução evidente na área da úlcera, bem como significativo alívio da dor ($p < 0,05$) e consequente melhora na qualidade de vida. **Conclusão:** O TLBI potencializa a aceleração do processo de cicatrização das úlceras em pé diabético, além de apresentar importante ação analgésica nos pacientes estudados e que a associação da TLBI ao óleo de *Helianthus annuus* se apresenta como uma importante estratégia terapêutica.

Palavras-chave: Diabetes Mellitus; Pé diabético; Terapia com Laser de Baixa Intensidade, *Helianthus annuus*

ABSTRACT:

Introduction: Diabetics' foot ulcers are one of the main complications developed by individuals with diabetes, being responsible for a high morbimortality rate. Among the proposed therapies, low intensity laser therapy and the application of sunflower oil (*Helianthus annuus*) appears as an alternative for diabetic foot ulcers. **Objective:** To evaluate the efficacy of low intensity laser therapy and *Helianthus annuus* oil, in isolation and in combination, without repair of ulcers in the diabetic foot. **Methods:** Sample was 32 diabetic patients with ulcers, randomly divided into 4 equal groups: Group C: Control. AGE Group: *Helianthus annuus* oil, LILT Group: Low intensity laser therapy, LILT + AGE Group. The components of Group C were instructed to clean and AGE applied 5 ml of oil to the ulcers for 30 days. For the LILT and LILT + AGE groups, the treatment protocol was completed. All the research participants were submitted to, before and after the application of the therapeutic protocols proposed, ulcer macroscopic evaluations, colored Doppler ultrasound, Ankle-Brachial Index and

to the Brief Pain Inventory. **Results:** The research showed a statistically significant difference among the groups ($p < 0.05$), it was observed that Group C presented an increase in the whole injury area; Group AGE presented a stabilization in the whole ulcer area, however without any case with a complete repair percentage; Groups LLLT and LLLT+AGE showed a clear reduction in the ulcer area as well as significant relief of pain ($p < 0.05$), and consequently improved quality of life. **Conclusion:** The LLLT strengthens the acceleration of the tissue repair process in diabetics' foot, besides presenting an important analgesic action in the patients studied and that the association of LLLT to the *Helianthus annuus* oil presents itself as an important therapeutic strategy.

Keywords: Diabetes Mellitus; Diabetic Foot; Low-Level Light Therapy, *Helianthus annuus*

RESUMEN

Introducción: Las úlceras del pie diabético son una de las principales complicaciones que desarrollan los individuos con diabetes, siendo responsables de una alta morbimortalidad. Entre las terapias propuestas, la terapia con láser de baja intensidad y la aplicación de aceite de girasol (*Helianthus annuus*) aparecen como una alternativa para las úlceras del pie diabético, de forma aislada y combinada, en la cicatrización de las úlceras del pie diabético. **Métodos:** La muestra estuvo constituida por 32 pacientes diabéticos con úlceras, divididos aleatoriamente en 4 grupos iguales: Grupo C: Control. Grupo AGE: Aceite de *Helianthus annuus*, Grupo TLBI: Terapia con láser de bajo nivel, TLBI + Grupo AGE. Se instruyó a los componentes del grupo C para que limpiaran y AGE aplicó 5 ml de aceite a las úlceras durante 30 días. Para los grupos TLBI y TLBI + AGE se realizó un protocolo de tratamiento. Todos los participantes de la investigación fueron sometidos, antes y después de la aplicación de los protocolos terapéuticos propuestos, a evaluaciones macroscópicas de las úlceras, ecografía Doppler color, índice tobillo-brazo e inventario breve del dolor. **Resultados:** La investigación mostró diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ($p < 0,05$), observándose que el Grupo C presentó aumento en el área total de la lesión; el Grupo AGE mostró estabilización en el área total de las úlceras, pero sin ningún caso con un porcentaje de reparación completa; los grupos TLBI y TLBI+AGE mostraron una clara reducción del área de la úlcera, así como un alivio significativo del dolor ($p < 0,05$) y la consiguiente mejora en la calidad de vida. **Conclusión:** TLBI potencia la aceleración del proceso de cicatrización de las úlceras del pie diabético, además de tener una importante acción analgésica en los pacientes estudiados y que la asociación de TLBI con aceite de *Helianthus annuus* se presenta como una importante estrategia terapéutica.

Palabras clave: Diabetes Mellitus; pie diabético; Terapia con láser de bajo nivel, *Helianthus annuus*

INTRODUÇÃO

Diabetes mellitus (DM), síndrome de etiologia múltipla caracterizada por hiperglicemia crônica e outros distúrbios metabólicos, apresenta-se hoje como uma epidemia mundial. A síndrome está associada a complicações, disfunções e insuficiência de vários órgãos e sistemas devido a complicações macrovasculares, caracterizando assim um grupo heterogêneo de causas e manifestações clínicas que ocasionam modificações no metabolismo decorrentes da falta absoluta ou relativa de insulina¹.

Uma das complicações mais comuns é o pé diabético, caracterizado pela infecção, ulceração e/ou destruição dos tecidos profundos, associado a anormalidades neurológicas e vários graus de doença vascular periférica nos membros inferiores. No Brasil, acredita-se que DM responde por 40-70% das amputações não traumáticas de membros inferiores. Além dos recursos gastos com hospitalização prolongada, reabilitação do indivíduo e expressiva necessidade de cuidados domiciliares, há custos indiretos devido à perda de produtividade².

A úlcera de membros inferiores é caracterizada por perda circunscrita ou irregular do tegumento (derme e hipoderme), geralmente relacionada ao sistema vascular, arterial ou venoso. O emprego de fontes de luz de baixa intensidade como diodos emissores de luz (Light Emitting Diode- LEDs) ou laser de baixa intensidade, pode propiciar um recurso terapêutico opcional aos convencionais ou ser utilizado em conjunto com estes, emergiu como um potencial tratamento não invasivo, do baixo custo e comprovada eficácia no tratamento de úlceras³⁻⁵.

Óleos de origem vegetal são utilizados em ferimentos. Nestes óleos, os ácidos graxos mais abundantes são o oléico, linoléico e linolênico. Estudos têm sido realizados com intuito de esclarecer os efeitos do óleo de girassol (*Helianthus annuus*) no processo de reparo de feridas de diversas etiologias. Embora a maioria das pesquisas científicas utilize modelos animais, a efetividade da terapêutica em humanos vem mostrando resultados satisfatórios⁶⁻⁹

Portanto, a utilização da Terapia a Laser de Baixa Intensidade (TLBI) e sua combinação com a aplicação de óleo de *Helianthus annuus* no tratamento de úlceras

em pé diabético pode se apresentar como uma nova proposta terapêutica, visando à cura dessas lesões, a melhoria na qualidade de vida dos indivíduos acometidos, bem como diminuir os custos assistenciais de tratamento do sistema de saúde. O objetivo desta pesquisa foi avaliar e comparar os efeitos da aplicação da TLBI e do óleo *Helianthus annuus*, isoladamente ou em associação, no processo cicatrização em portadores de úlceras decorrentes de diabetes mellitus com valores glicêmicos não controlados.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo controlado, randomizado, intervencional de caráter quantitativo, que avaliou os efeitos do Laser de Baixa Intensidade e óleo de *Helianthus annuus* no reparo tecidual de úlceras em pé diabético. Realizado no período de abril de 2015 a outubro de 2015.

Este estudo foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidad (Parecer nº 1.016.822, CAEE 42562914.3.0000.5209) via plataforma Brasil, e os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

A população do estudo foi pacientes com diabetes mellitus tipo 2, diagnosticados por um médico especialista, acompanhados por uma equipe multiprofissional do Centro de Referência na tentativa de minimizar os possíveis danos isquêmicos do quadro diagnóstico de ambos os gêneros, idade entre 40 e 70 anos, com valores de glicemia em jejum entre 150 a 350mg/dl, com ferida diabética plana, localizados na região dos pés, terço medial ou distal da perna. O tempo de apresentação da úlcera não podia ser superior a 2 meses, medindo no máximo 5cm de comprimento. Pacientes acometidos por processos necróticos, infecciosos, com alguma neoplasia ou com condições que pudessem afetar as medidas de ferida foram excluídos.

Após os critérios serem aplicados à população, uma amostra de 32 pacientes foi selecionada aleatoriamente no Ambulatório do Pé, do Centro de Referência supracitado, estando assim, em conformidade o poder do estudo e cálculo amostral para determinação do n grupal. Para a randomização, os indivíduos foram selecionados usando um programa de computador (Epi Info 6.04) e divididos em quatro blocos de

oito indivíduos, de forma aleatória considerando a possível comparação entre os grupos. Sendo: Grupo Controle (GC): foi utilizado protocolo referenciado pelo sistema de saúde, por meio de limpeza diária da úlcera e curativo; Grupo Ácido Graxo Essencial (AGE): pacientes submetidos à aplicação de óleo de *Helianthus annuus*; Grupo Terapia de Laser de Baixa Intensidade (TLBI): pacientes submetidos à TLBI; Grupo TLBI+AGE: pacientes submetidos à TLBI associada ao óleo de *Helianthus annuus*.

Foi utilizada uma fita adesiva para mensuração em cm do tamanho da úlcera, após os dados foram enviados ao programa Image J® onde foi feita a análise do tamanho da úlcera, tendo como referência as bordas do ferimento, para mensuração em centímetros quadrados, calculando assim a área total da ferida. Os registros fotográficos foram realizados no primeiro atendimento e ao final, após os 12 atendimentos, ou seja, 30 dias de tratamento.

O exame de imagem ultrassom arterial com Doppler foi realizado no membro inferior acometido nos voluntários de todos os grupos, antes e após a aplicação dos protocolos. Foram avaliados os parâmetros da circulação periférica, por meio da análise comparativa do calibre (diâmetro em cm) da artéria tibial posterior como parâmetro vascular, esse vaso foi eleito por ser o de maior importância quanto à vascularização distal dos membros inferiores, desta forma a diferença no cuidado entre grupos, inclusive com um controle final (30 dias) de terapia avançada, pôde ser assegurado. Foi utilizado aparelho da marca Samsung, modelo SONOACE X8, monitor de tela LCD 17 polegadas, transdutor com faixa de frequência de 5 a 12 MHz e campo de visão de 38,4 mm. Também foi realizado o Índice Tornozelo/Braquial (ITB) antes e após os protocolos terapêuticos e todos os grupos. O ITB representa a razão entre a pressão arterial sistólica entre o tornozelo e braço, sendo um método seguro, confiável, não invasivo e de baixo custo que é sugerido como marcador de risco cardiovascular.

Aplicou-se, também, aos pacientes o Questionário do Inventário Breve de Dor para a quantificação da dor e avaliação da interferência desta na qualidade de vida e

no desempenho das funções, considerando os 9 domínios presentes no questionário. Não tendo sido usado nenhum outro critério avaliativo.

Estratégia de acompanhamento do grupo controle: Grupo C:

Os componentes deste grupo, pacientes diabéticos, com feridas, foram instruídos quanto a limpeza diária da úlcera utilizando apenas solução de Cloreto de sódio (soro fisiológico 0,9%), retornando após 30 dias ao serviço de fisioterapia para o processo de reavaliação. Neste intervalo não foi utilizado medicamento tópico na úlcera ou qualquer outro tipo de intervenção local, obedecendo ao procedimento padrão utilizado na rede de saúde pública.

Estratégia de aplicação do óleo de *Helianthus annuus*: Grupo AGE:

A ferida foi lavada diariamente utilizando-se solução de cloreto de sódio (soro fisiológico 0,9%), aplicando-se, a seguir, 5 ml de (Óleo de *Helianthus annuus* - Dersani®) por meio de seringas descartáveis, estéreis, uma vez ao dia, durante 30 dias. A apresentação de escolha para nossa pesquisa foi o medicamento Dersani® pela disponibilidade no mercado farmacêutico na cidade de Teresina-PI. Na descrição dos componentes presentes na formulação do produto encontram-se: ácido cáprico, ácido caprílico, ácido caproico, ácido láurico, ácido linoléico, lecitina, palmitato de retinol, extrato de girassol, acetato de tocoferol e alfa-tocoferol.

Estratégia de tratamento com TLBI- Grupo TLBI:

Para aplicação da TLBI foi utilizado, no presente estudo, aparelho Laser de baixa intensidade, forma de onda contínua, feixe visível, com área equivalente a 12,566 mm², comprimento de onda de 658 nm, potência de 30 mW (marca Laser - HTM). O aparelho foi calibrado pelo fabricante antes do início da coleta e após 6 meses de execução da mesma.

O tempo de aplicação foi de 80 segundos, 4 J/cm², forma pontual com contato, com a caneta mantida perpendicularmente à lesão, em pontos equidistantes ao seu redor e no leito do ferimento. Após limpeza inicial, utilizando-se solução de cloreto de sódio (soro fisiológico a 0,9%), a ferida foi protegida com papel filme transparente. A seguir, o paciente foi posicionado de forma confortável, e tanto ele quanto o terapeuta

utilizaram óculos para proteção durante a fototerapia. Foram realizados, no total, 12 atendimentos, sendo 3 atendimentos por semana, em dias alternados.

Estratégia para terapia combinada- Grupo TLBI+AGE:

Para os voluntários deste grupo optou-se pela aplicação da TLBI, segundo protocolo descrito anteriormente no item 4.4.9, e em sequência aplicou-se na ferida, diariamente, uma vez ao dia, 5 ml de óleo de *Helianthus annuus* (Dersani®) utilizando seringas descartáveis, estéreis, ao longo de 30 dias.

Para a análise estatística, foi utilizado o programa SPSS for Windows (versão 18.0). Os dados foram avaliados quanto à variância pelo teste ANOVA dois critérios para comparação entre os grupos diante das abordagens avaliativas descritas neste estudo. O nível de significância adotado em todas as análises foi de 5%.

RESULTADOS

A comparação entre os grupos. O nível de significância adotado em todas as análises foi de 5%.

Em relação às características sociodemográficas e clínicas dos grupos AC AGE, TLBI e TLBI + AGE são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características sociodemográficas e clínicas dos grupos AC, AGE, TLBI e TLBI + AGE

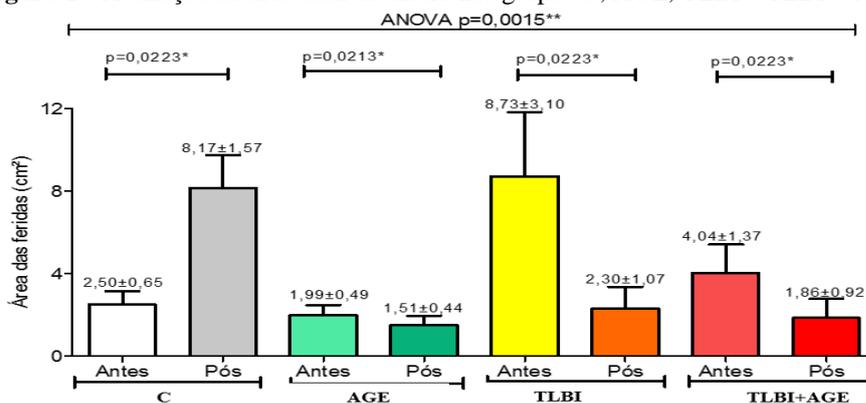
Características	CG	AGE	TLBI	TLBI+AGE
Idade média (anos)	57,6	58,1	57,8	58,3
Sexo (mulheres/homens)	6/2	7/1	5/3	6/2
Localização das úlceras	7 plantar/1 terço distal da perna	6 plantar/ 2 terço distal da perna	1 plantar/ 6 dorsal/ 1 terço distal da perna	8 dorsal
Tempo médio de evolução da úlcera (dias)	40,3	42,1	45,0	44,3
Glicemia média em jejum (mG/dL)	189,7	195,3	198,5	196,2

Tempo médio do diabetes (anos)	8,4	10,3	11,3	10,6
Etiologia da lesão	6 traumática/ 2 mecânica	4 traumática/ 4 mecânica	5 traumática/ 3 mecânica	7 traumática/ 1 mecânica
Tamanho médio das lesões (cm ²)	2,5	1,5	8,7	4,4

Fonte: Dados da pesquisa.

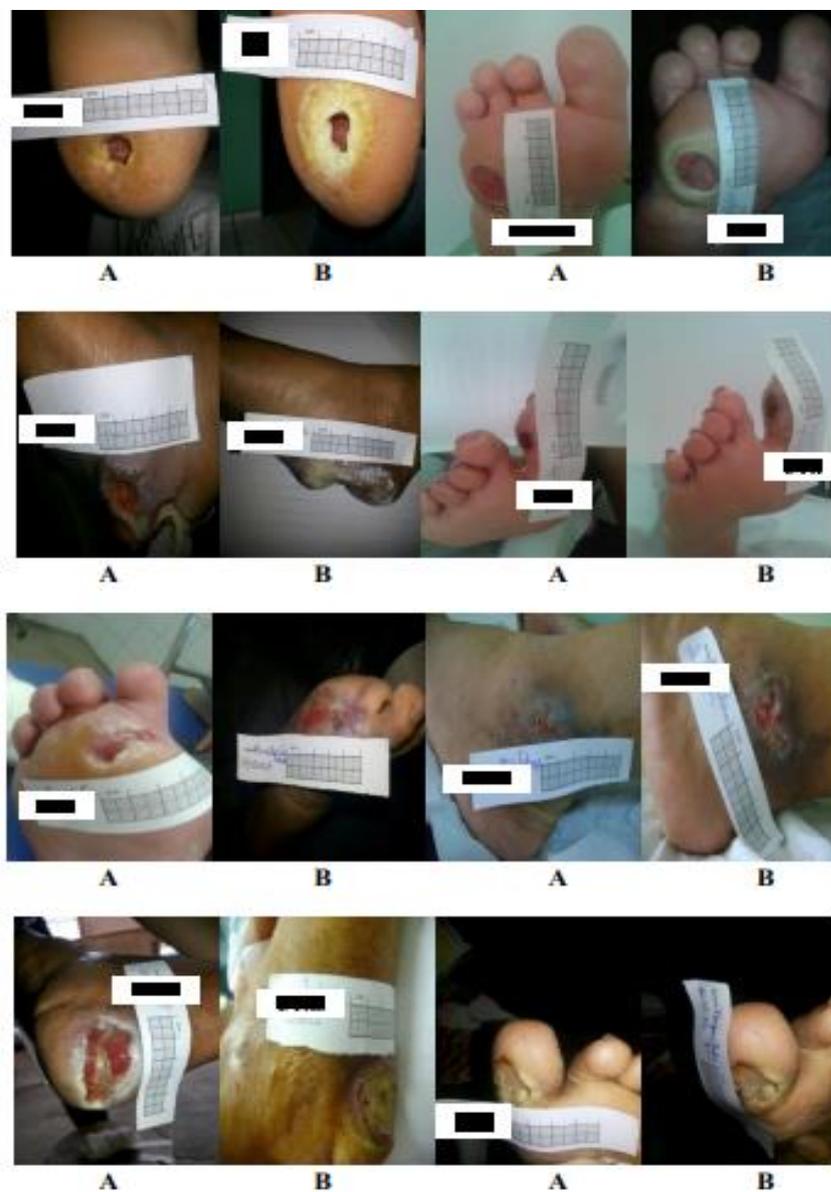
A Figura 1 apresenta a avaliação da área total (cm²) das úlceras obtida pela análise digital das imagens com o programa ImageJ®. Observou-se que o grupo C, obteve aumento significativo no tamanho da úlcera ($p=0,0223$) considerando-se os valores iniciais e finais conforme observa-se em Figura 2. Por sua vez, a comparação dos valores iniciais e finais das lesões dos pacientes dos grupos AGE, TLBI e TLBI + AGE, de acordo com as Figuras 3, 4 e 5, apresentaram diferença estatisticamente significativa, com grande percentual de reparo tecidual inter e intra grupos, principalmente entre os grupos TLBI e TLBI + AGE, onde foi aplicada a TLBI.

Figura 1 - Avaliação da área total da úlcera nos grupos C, AGE, TLBI e TLBI + AGE



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 2 - Imagens digitais de úlceras em pés diabéticos dos pacientes do Grupo C: (A) Pré-aplicação do protocolo de tratamento; (B) Pós aplicação do protocolo de tratamento



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 3 - Imagens digitais de úlceras em pés diabéticos dos pacientes do Grupo AGE: (A) Pré-aplicação do protocolo de tratamento; (B) Pós aplicação do protocolo de tratamento



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 4 - Imagens digitais de úlceras em pés diabéticos dos pacientes do Grupo TLBI: (A) Pré-aplicação do protocolo de tratamento; (B) Pós aplicação do protocolo de tratamento



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 5 - Imagens digitais de úlceras em pés diabéticos dos pacientes do Grupo TLBI+AGE: (A) Pré-aplicação do protocolo de tratamento; (B) Pós aplicação do protocolo de tratamento

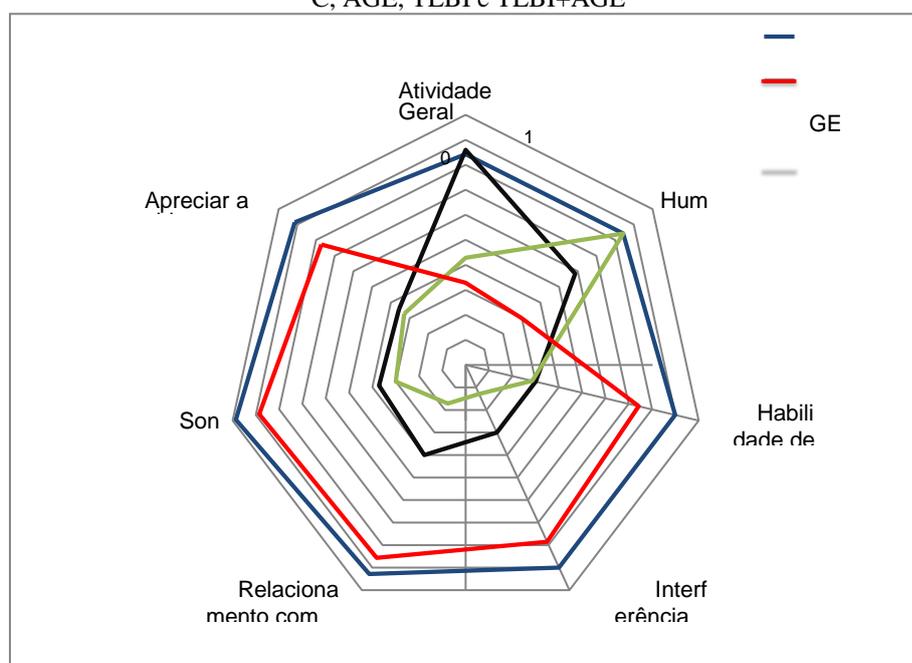


Fonte: Dados da pesquisa.

Na figura 06, estão representados os resultados obtidos pela avaliação da qualidade de vida dos participantes do presente estudo. Foram analisados os domínios Humor, Habilidade para caminhar, Interferência no trabalho, Relacionamento com outras pessoas, Sono, Capacidade de apreciar a vida e Atividades gerais do cotidiano. O grupo C apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre os períodos pré e pós-tratamento, com piora do quadro e grande interferência da úlcera na realização das tarefas, sono e relacionamento com outras pessoas. Os pacientes do grupo AGE não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os dois períodos de avaliação em nenhum dos quesitos avaliados. Por sua vez, os componentes dos grupos TLBI e TLBI+AGE apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$), principalmente aqueles submetidos à TLBI isoladamente. Em ambos os

grupos os pacientes relataram melhora acentuada no humor, na habilidade para caminhar, realização de tarefas e relacionamento com outras pessoas.

Figura 6 - Avaliação da Qualidade de vida pelos parâmetros do Inventário Breve de Dor nos grupos C, AGE, TLBI e TLBI+AGE



Fonte: Dados da pesquisa.

DISCUSSÃO

Os resultados revelaram que os pacientes que realizaram o protocolo terapêutico padrão (grupo C), apresentaram aumento significativo no tamanho da úlcera. Dois pacientes deste grupo evoluíram para amputação transfemural, sendo que um deles foi a óbito no intervalo dos 30 dias. Para fins estatísticos estes pacientes foram substituídos por outros portadores de úlceras que não evoluíram para amputação. Os resultados são concordantes com os obtidos por Ullah et al.¹⁰ evidenciando que o protocolo padrão pode resultar no aumento da área ulcerada, com sérios riscos de progredir para amputação do membro. Isso ressalta a importância da assistência multidisciplinar com equipe especializada em dar suporte e orientação ao

paciente diabético portador de úlcera, para que a amputação seja evitada preservando, assim, a funcionalidade e qualidade de vida.

O grupo tratado com o óleo de *Helianthus annuus* (AGE) apresentou pequeno percentual de regressão no tamanho das úlceras, sendo que, em muitos casos, observou-se a estabilização da área total das úlceras. As pesquisas utilizando óleo de *Helianthus annuus* no reparo tecidual de úlceras são extremamente escassas. A revisão da literatura permitiu encontrar trabalhos publicados no Brasil e em países da América Latina, sendo que em sua maioria foram utilizados modelos animais. Isso evidencia a ausência de pesquisas utilizando o óleo de *Helianthus annuus* para tratamento de úlcera em humanos⁸.

Sarandy et al.¹¹, observaram os efeitos desse e de outros tipos de óleos em feridas circulares de ratos, com aplicação diária desses produtos durante 20 dias. Relataram que os resultados mostraram aumento na quantidade de colágeno total, colágeno dos tipos I e III, bem como aumento na quantidade de glicosaminoglicanos. Houve regressão na área dos ferimentos, bem como aumento da resistência mecânica do tecido neoformado, após intervenção com óleo de *Helianthus annuus*.

Nasiri et al.¹² realizaram um estudo randomizado duplo cego, com 34 pacientes diabéticos portadores de úlceras nos pés, divididos igualmente em dois grupos, controle e um grupo tratado com óleo de *Helianthus Annuus* (Girassol) durante 4 semanas. O grupo tratado apresentou diferença estatisticamente significativa quanto à regressão da área das lesões em comparação ao grupo controle, porém nenhum participante apresentou regressão total, com fechamento absoluto da úlcera. Resultado semelhante foi observado na presente pesquisa, considerando que o grupo AGE, submetido exclusivamente ao óleo de *Helianthus Annuus*, apresentou melhora quanto à regressão da área total, porém nenhum paciente finalizou o protocolo com o fechamento total da úlcera.

Estudos anteriores relataram que a TLBI apresenta vários efeitos benéficos, dentre eles o de favorecer o processo de reparo tecidual. Reis et al. (2008) utilizando esse recurso terapêutico (4 J/cm² e comprimento de onda de 670 nm, por 5 dias), encontraram, além do aumento da densidade de colágeno, melhor arranjo da matriz

extracelular ($p < 0,05$), confirmando que a densidade energética de 4 J/cm^2 promove aumento da deposição de colágeno.

Considerando os resultados obtidos nos pacientes submetidos à TLBI e à TLBI associada ao AGE, que apresentaram grande percentual de regressão nos tamanhos das úlceras, especialmente os que receberam a TLBI isoladamente, é possível afirmar que ela é a melhor estratégia terapêutica dentre os protocolos utilizados na presente pesquisa.

Quatro pacientes do grupo TLBI+AGE apresentaram fechamento completo da úlcera, resultado que pode ser decorrente da potencialização da ação da TLBI pela associação ao AGE, uma vez que, dois pacientes apresentaram fechamento completo do ferimento também no grupo TLBI.

De Loura et al.¹³ realizaram uma pesquisa com o objetivo de analisar os efeitos do laser de baixa intensidade no reparo de feridas cutâneas em ratos diabéticos. Os grupos irradiados com o laser de 650nm, 30mW de potência, apresentaram proliferação de fibroblastos superior ao controle, principalmente no tempo experimental de dez dias. Demonstraram que o laser favoreceu o reparo tecidual e que o processo foi acelerado em comparação ao grupo controle. Esses resultados estão em concordância com o presente estudo, onde também se observou reparo tecidual significativo nos pacientes submetidos à TLBI, isolada ou em associação com AGE, utilizando parâmetros equivalentes em humanos.

O estudo realizado por Huang¹⁴ mostrou que a utilização de comprimentos de onda na faixa de 658nm e potência de pico de 30 mW eram eficazes, principalmente quando aplicados ao reparo tecidual, resultados que nortearam a escolha dos parâmetros metodológicos adotados na presente pesquisa.

Nas lesões cutâneas experimentais, é possível avaliar o processo de reparo tecidual pela análise histológica, não realizada no presente estudo, qualitativa e quantitativa. A quantificação do número de células inflamatórias, formação de novos vasos sanguíneos (angiogênese), aumento do número de fibroblastos, representam as principais características que evidenciam a evolução desse processo^{15,16}. Vários protocolos têm sido aplicados e analisados, com o intuito de obter o reparo cutâneo

mais rápido e eficaz, com o objetivo de reduzir a intensidade da dor e melhorar a qualidade de vida dos pacientes diabéticos portadores de úlceras.

O controle dos valores glicêmicos deve ser realizados nos pacientes com Diabetes mellitus tipo 2, a fim de evitar complicações decorrentes da doença. Em um estudo realizado com 22.913 diabéticos, houve um aumento gradual estatisticamente significativo na incidência de úlcera no pé com o aumento da carga glicêmica. Caracterizando o controle glicêmico como um fator de risco modificável para as lesões em membros inferiores de pacientes com o diagnóstico da doença¹⁷. Shatnawi, et al¹⁸ destacou o controle glicêmico inadequado como fator de riscos importantes e preditivo significativo para amputações maiores de membros inferiores relacionadas ao diabetes tipo 2, contexto encontrado neste estudo.

A criação de ambulatórios especializados para prevenção e tratamento das úlceras do pé diabético necessita de pequeno investimento financeiro, e apresenta baixo custo quando comparado aos elevados custos gerados pelas complicações da doença. A atuação de uma equipe especializada melhora, visivelmente, a qualidade de vida dos pacientes, com redução da morbidade e mortalidade¹⁹. A utilização de recursos como a terapia a Laser de baixa intensidade, óleos vegetais, cuidados e orientações quanto à limpeza dos ferimentos são imprescindíveis para propiciar o adequado reparo tecidual, prevenir recidivas e, conseqüentemente, reduzir a indicação para amputações.

Os resultados desta pesquisa confirmam a importância do uso tópico do óleo de *Helianthus annuus* e TLBI, principalmente em associação, que apresentaram excelentes resultados em pacientes com pé diabético quanto à evolução do processo cicatricial, evitando amputações e a analgesia, proporcionando melhor qualidade de vida a esses voluntários.

Dentre as limitações do presente estudo, pode-se citar a escassez na literatura de pesquisas relacionadas com os tratamentos propostos por esta, principalmente envolvendo seres humanos, a maior parte são estudos realizados em animais, apesar da Terapia a Laser de Baixa Intensidade, isoladamente ou associada ao óleo de *Helianthus annuus* ser amplamente utilizado na prática clínica. Devido à complexidade

metodológica imposta pelo estudo, a avaliação se restringiu à análise dos efeitos dos protocolos descritos. Outro tocante que pode ser abordado está relacionado em lidar com a condição biopsicossocial dos pacientes, que transpassava ao contexto clínico, já que por serem acompanhados por uma equipe multiprofissional, a maioria dos envolvidos no estudo tinham ciências das possíveis complicações atreladas a úlcera diabética. Ademais, a pesquisa seguiu de maneira categórica o cronograma proposto e preceitos éticos e metodológicos de estudos que envolvem seres humanos.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo sugerem que a Terapia a Laser de Baixa Intensidade (TLBI), isoladamente ou associada ao óleo de *Helianthus annuus*, promove eventos biológicos que favorecem o reparo tecidual de úlceras em pé diabético. Ressalta-se que, os grupos submetidos à TLBI apresentaram os melhores resultados, acelerando a recuperação da área ulcerada, observada por meio da regressão significativa das áreas das lesões. Além disso, os pacientes dos grupos TLBI e TLBI+AGE relataram melhora da dor e respectiva redução de seu impacto sobre algumas áreas de qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

1. Malta DC, Silva JB. Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas Não Transmissíveis no Brasil após três anos de implantação, 2011-2013. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. 2014;23(3):389-95.
2. Chamlian TR, Varanda RR, Pereira CL, Resende JM, Faria CC. Perfil epidemiológico dos pacientes amputados de membros inferiores atendidos no Lar Escola São Francisco entre 2006 e 2012. *Acta fisiátrica*. 2016;20(4):219-23.
3. Frade MA, Cursi IB, Andrade FF, et al. Úlcera de perna: um estudo de casos em Juiz de Fora-MG (Brasil) e região Leg ulcer: an observational study in Juiz de Fora, MG (Brazil) and region. *An Bras Dermatol*. 2005;80(1):41-6.
4. Dias IF, Siqueira CP, Toginho Filho Do, et al. Efeitos da luz em sistemas biológicos. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*. 2009;30(1):33-40.

5. Li, S., Wang, C., Wang, B., et al. Efficacy of low-level light therapy for treatment of diabetic foot ulcer: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes research and clinical practice*. 2018;143:215-224.
6. De Lima TM, Gorjão R, Hatanaka E, et al. Mechanisms by which fatty acids regulate leucocyte function. *Clinical Science*. 2007;113(2):65-77.
7. Hatanaka E, Curi R. Ácidos graxos e cicatrização: uma revisão. *Rev Bras Farmacol*. 2007;88(2):53-8.
8. Ferreira AM, de Souza BM, Rigotti MA, Loureiro MR. Utilização dos ácidos graxos no tratamento de feridas: uma revisão integrativa da literatura nacional. *Rev Esc Enferm USP*. 2012;46(3):752-60.
9. Otranto M, Nascimento AP, Monte-Alto-Costa A. Effects of supplementation with different edible oils on cutaneous wound healing. *Wound Repair and Regeneration*. 2010;18(6):629-36.
10. Ullah F, Afridi AK, Rahim F, et al. Knowledge of diabetic complications in patients with diabetes mellitus. *J Ayub Med Col Abbottabad*. 2015;27(2):360-3.
11. Sarandy MM, Novaes RD, da Matta SLP, et al. Ointment of *Brassica oleracea* var. capitata matures the extracellular matrix in skin wounds of wistar rats. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2015;1-9.
12. Nasiri M, Fayazi S, Jahani S, Yazdanpanah L, Haghizadeh MH. The effect of topical olive oil on the healing of foot ulcer in patients with type 2 diabetes: a double-blind randomized clinical trial study in Iran. *J Diab Metabol Dis*. 2015;14(1):1-10.
13. Santana CL, Silva DD, Deana AM, et al. Tissue responses to postoperative laser therapy in diabetic rats submitted to excisional wounds. *PloS One*. 2015;10(4):1-13.
14. Huang DW, Sherman BT, Lempicki RA. Systematic and integrative analysis of large gene lists using DAVID bioinformatics resources. *Nature Protocols*. 2009;4(1):44-57.
15. Batista JS, Silva AE, Rodrigues CM, et al. Avaliação da atividade cicatrizante do óleo de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm) em feridas cutâneas produzidas experimentalmente em ratos. *Arq Inst Biol*. 2010;77(3):441-7.
16. Oliveira SH, Soares MJ, Rocha PS. Uso de cobertura com colágeno e aloe vera no tratamento de ferida isquêmica: estudo de caso. *Rev Esc Enferm USP*. 2010;44(2):346-51.

17. Dekker RG, Qin C, Ho BS, et al. The effect of cumulative glycemic burden on the incidence of diabetic foot disease. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 2016;11(1):143-151.

18. Shatnawi N J, Al-Zoubi NA, Hawamdeh HM, et al. Predictors of major lower limb amputation in type 2 diabetic patients referred for hospital care with diabetic foot syndrome. *Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy*. 2018;11:313-319.

19. Júnior A, Amaral LAHD, Bastos MG, Nascimento LCD et al. Prevention of lower-limb lesions and reduction of morbidity in diabetic patients. *Revista brasileira de ortopedia*. 2014;49(5):482-487.