Revista Educação, Meio Ambiente e Saúde| ISSN 1983-0173

Fotobiomodulação em úlceras de pressão: revisão integrativa

Low-Level Light Therapy in pressure ulcers: integrative review

Fotobiomodulación en úlceras por presión: revisión integradora

Monique Votto Ferreira[1]*, Simone Gomes dos Anjos[1], Juliana Mendes Marques[2], Luiz Carlos Santiago[1], Cristiano Bertolossi Marta[3], Daniel Aragão Machado[1], Roberto Carlos Lyra da Silva[1], Patrícia Natália Monteiro Leite[1], Carlos Roberto Lyra da Silva[1]

RESUMO

Objetivo: Identificar, a partir de publicações científicas, a utilização do Laser de Baixa Intensidade para o tratamento de úlcera. **Métodos:** Revisão integrativa com levantamento bibliográfico nas bases de dados Medline, LILACS, BDEnf e SciELO, entre 2011 e 2021, utilizando os descritores Low Level Light Therapy, Pressure Ulcer. Foram incluídos artigos em português, inglês e espanhol, com os resumos disponíveis nas bases de dados selecionadas e disponíveis na íntegra sem custos. Para análise dos artigos, aplicou-se a ferramenta CASP adaptada. **Resultados:** A amostra final foi composta por 05 artigos. Foram descritas que cicatrização da úlcera ocorreu após 30 dias de tratamento e observou-se epitelização total. A combinação de terapia fotodinâmica, laserterapia e revestimento com membrana de celulose é um tratamento promissor para a cicatrização de UP em pacientes diabéticos. **Considerações Finais:** A maioria dos resultados aponta que a cicatrização efetiva das úlceras por pressão está relacionada com a irradiação do laser no comprimento de onda de 658nm.

Palavras-chave: Laser de baixa intensidade, Úlcera por pressão, Enfermagem.

ABSTRACT

Objective: to identify, from scientific publications, the use of Low Level Laser Therapy for ulcer treatment. **Methods:** integrative review with bibliographic survey in Medline, LILACS, BDEnf and SciELO databases, between 2011 and 2021, using the descriptors Low Level Light Therapy,

[1] Universidade Federal do estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro-RJ. *E-mail: monivotto@gmail.com.
[2] Universidade Estácio de Sá (ESTÁCIO), Angra dos Reis-RJ.
[3] Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro-RJ.

SUBMETIDO EM: 07/2023 | ACEITO EM: 08/2023 | PUBLICADO EM: 09/2023

Pressure Ulcer. Articles in Portuguese, English and Spanish were included, with abstracts available in the selected databases and available in full at no cost. The adapted CASP tool was used to analyze the articles. **Results:** The final sample consisted of 05 articles. It has been described that healing of the ulcer occurred after 30 days of treatment and complete epithelialization was observed. The combination of photodynamic therapy, laser therapy and cellulose membrane coating is a promising treatment for PU healing in diabetic patients. **Final considerations:** The majority of the results indicate that the effective healing of pressure ulcers is related to laser irradiation at a wavelength of 658nm.

Key words: Low-intensity laser, Pressure ulcer, Nursing.

RESUMEN

Objetivo: identificar, a partir de publicaciones científicas, el uso de la Terapia con Láser de Baja Intensidad para el tratamiento de úlceras. **Métodos:** revisión integrativa con levantamiento bibliográfico en las bases de datos Medline, LILACS, BDEnf y SciELO, entre 2011 y 2021, utilizando los descriptores Low Level Light Therapy, Pressure Ulcer. Se incluyeron artículos en portugués, inglés y español, con resúmenes disponibles en las bases de datos seleccionadas y disponibles en su totalidad sin costo. Para el análisis de los artículos se utilizó la herramienta CASP adaptada. **Resultados:** La muestra final estuvo conformada por 05 artículos. Se ha descrito que la curación de la úlcera se produjo después de 30 días de tratamiento y se observó una epitelización completa. La combinación de terapia fotodinámica, terapia con láser y recubrimiento de membrana de celulosa es un tratamiento prometedor para la curación de UPP en pacientes diabéticos. **Consideraciones finales:** La mayoría de los resultados indican que la curación efectiva de las úlceras por presión está relacionada con la irradiación láser a una longitud de onda de 658 nm.

Palabras clave: Láser de baja intensidad, Úlcera por presión, Enfermería**.**

INTRODUÇÃO

A Unidade de Terapia Intensiva (UTI) é uma unidade de tratamento diferenciado, destinada aos cuidados a pacientes criticamente enfermos, necessitados de cuidados complexos e monitorização constante, inclusive, com auxílio de suporte tecnológico. Esta unidade é composta por uma equipe multiprofissional especializada (BRASIL, 2010). Os pacientes necessitados de cuidados intensivos apresentam comprometimentos importantes de suas funções vitais, muitas vezes necessitados de sedação, acamados e com tempo prolongado de internação (BRASIL, 2010).

A pele, ou sistema tegumentar, é o maior órgão do corpo humano, correspondendo aproximadamente 10% do peso corporal. Apresentando espessura, elasticidade e distensibilidade que variam conforme idade, grau de nutrição e hidratação. Neste contexto, o cuidado com a pele é fundamental, uma vez que suas possíveis lesões são uma porta de entrada de microrganismos que podem agravar a condição clínica do paciente, com isto, prolongar o tempo de internação, ou até mesmo, levar o paciente a óbito. A úlcera por pressão está entre as principais lesões de pele que acometem pacientes com dificuldade de mobilização no leito e/ou deambulação, em especial, os neurologicamente afetados. A úlcera por pressão é um dano localizado na pele e em tecidos moles, e pode causar dor, necrose celular e prejuízo da circulação local, além de desconforto físico e psicoespiritual (BRASIL, 2010).

Sua causa é atribuída à pressão intensa prolongada junto com o cisalhamento, potencializada pela nutrição, microclima, perfusão, comorbidades, e condições clínicas do paciente. Sendo um problema constante para a equipe de enfermagem e multidisciplinar em uma Unidade de Terapia Intensiva (BERNARDES LO, 2018).

A úlcera por pressão é um indicador de qualidade na UTI e a sexta meta do Plano Nacional de Segurança do Paciente, cujo objetivo é minimizar e reduzir os riscos aos quais os pacientes estão expostos. Assim, a equipe de saúde deve realizar avaliação diária dos riscos para desenvolver úlcera por pressão; realizar mudança de decúbito e, hidratação da pele. Apesar de uma maior atenção aos cuidados de saúde na assistência ao paciente, a incidência e prevalência de lesões por pressão em UTI permanecem elevadas (BRASIL, 2010).

Um estudo aponta que 58,8% das lesões por pressão iniciam durante os primeiros quatorzes dias de internação; a maior incidência das lesões por pressão é na região sacra com 46,4%, seguida de calcâneo com 29,7% (LIMA NEP, et al., 2018). Por sua vez, um outro estudo corrobora

afirmando que a enfermagem tem um importante papel na avaliação, diagnóstico e plano de cuidado diário, chegando assim nos resultados desejados na recuperação tecidual e na promoção de conforto através do alívio, tranquilidade e transcendência (MENEGUZZO DT, et al., 2015).

Uma das alternativas para o tratamento das úlceras por pressão, é a fotobiomodulação ou laser de baixa intensidade, esta tecnologia tem sido utilizada nas diversas áreas da saúde e tem como efeitos, acelerar a cicatrização tecidual, modular a inflamação e promover analgesia (MENEGUZZO DT, et al., 2015).

Estes efeitos estão associados com a estimulação da microcirculação, efeitos antioxidantes, e reativação do potencial respiratório celular, promovidos pela radiação laser em baixa intensidade, o que é pouco conhecida e utilizada na área da medicina e mais ainda, na odontologia e fisioterapia (MENEGUZZO DT, et al., 2015).

A hipótese que apoia a utilização do laser no tratamento de úlcera por pressão é a interação com tecido levando à modulação da inflamação, bioestimulação da reparação tecidual, analgesia e ativação da resposta imunológica (MENEGUZZO DT, et al., 2015).

A úlcera por pressão é uma lesão localizada na pele e/ou tecido subjacente, normalmente sobre uma proeminência óssea, em resultado da pressão ou de uma combinação entre esta e forças de torção - National Pressure Ulcer Advisory Panel.5 Pacientes críticos internados em UTI, possuem maior risco para desenvolver lesões por pressão, visto que apresentam instabilidade hemodinâmica e gravidade, assim ficando restritos ao leito (ARAÚJO ID, 1997; THULER SR e PAULA MAB, 2016).

A lesão de pressão forma-se como resultado da pressão interna prolongada em conjunto com o cisalhamento. A intensidade da pressão, a duração prolongada sobre o tecido, a fricção e o cisalhamento associados a umidade, perda de sensibilidade, incontinência, hiperemia, desnutrição proteica, anemia, tabagismo, idade avançada são fatores de risco para lesão de pressão. O principal fator de risco para a úlcera por pressão é a pressão (SIBBALD RG, et al., 2006).

MÉTODOS

Trata-se de um estudo bibliográfico, descritivo, tipo revisão integrativa da literatura, um método específico, cujo objetivo é traçar uma análise sobre o conhecimento já construído em pesquisas anteriores acerca de determinado tema, possibilita, portanto, a síntese de várias

publicações e permite a geração de novos conhecimentos, pautados nos resultados apresentados pelas pesquisas anteriores. Assim, o percurso metodológico foi definido em seis etapas (BOTELHO LLR, 2011).

Na primeira, utilizou-se o acrônimo PICo para a construção da questão norteadora, sendo P: a população (pacientes portadores de úlcera por pressão), I: o fenômeno de interesse (fotobiomodulação) e Co: o contexto (unidade de terapia intensiva adulto). Foi, então, elencado o seguinte questionamento: quais os principais estudos experimentais e não experimentais que podem fundamentar o uso da fotobiomodulação na cicatrização de úlceras por? Em seguida, foram definidas as estratégias de busca e bases de dados (ARAÚJO WCO, 2020).

O levantamento bibliográfico eletrônico ocorreu por meio da utilização dos descritores: *Low-Level Light Therapy, Pressure Ulcer*. Tais descritores foram extraídos do Portal de Descritores das Ciências da Saúde (DeCS). O resultado da utilização desses descritores foi um amplo mapeamento realizado nas bases de dados do Portal Regional da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), tendo suas principais estruturações feitas nas bases de dados *Medical Literature Analysis and Retrieval Sistem on-line* (Medline), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Base de Dados de Enfermagem (BDEnf), e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). Para cada base de dados, foi utilizado o operador booleano AND (para interseccionar os termos na estratégia de busca), com o objetivo de fazer a associação dos descritores nas bases de dados. Na Medline, foi utilizada a estratégia (Low-Level Light Therapy) AND (Pressure Ulcer). Para LILACS e BDEnf foram repetidos os mesmos limites descritos e, para SciELO (Low-Level Light Therapy) AND (Pressure Ulcer).

Para análise, foram incluídos artigos que preenchiam os seguintes critérios: publicados em português, inglês e espanhol, com os resumos disponíveis nas bases de dados selecionadas, no período compreendido entre 2013 e 2022, disponíveis na íntegra, on-line nas elegidas bases de dados, sem custos para obtenção e que abordassem o uso da fotobiomodulação no tratamento de úlceras por pressão. Estabeleceram-se como critérios de exclusão, dissertações, teses e monografias, resumos em anais de eventos e resumos expandidos. Foram ainda excluídos os artigos duplicados. A recuperação da informação nas bases de dados foi realizada pelos pesquisadores de forma independente e ocorreu no mês de março de 2023.

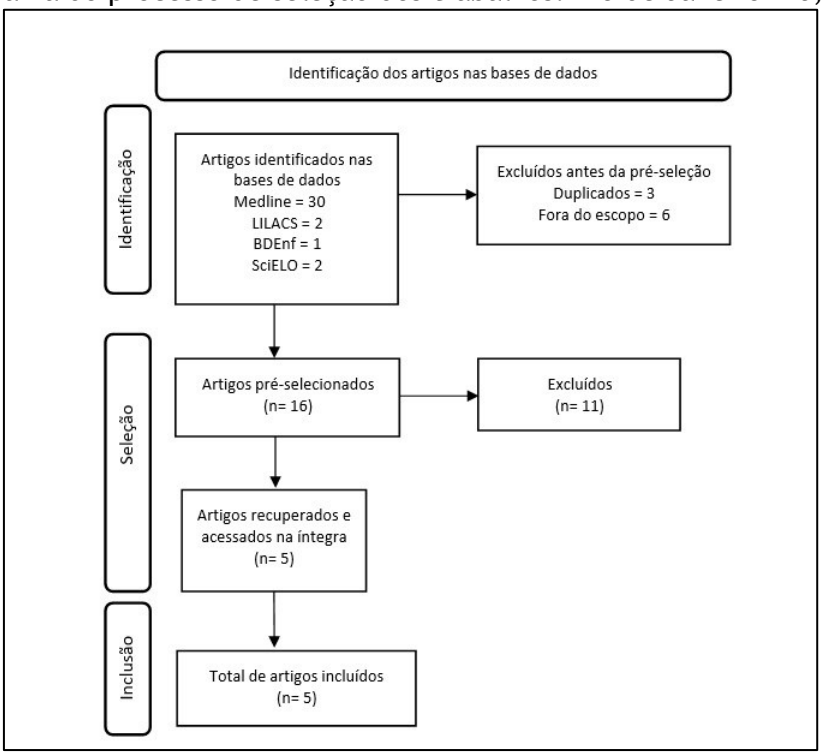
Na busca, foi utilizado o período proposto de 2013 a 2023, considerando que esta investigação não recuperasse informações, conceitos ou ideias que poderiam, porventura, estar obsoletas ou

inexatas, afetando negativamente a validade e julgamentos. Conhecimentos obsoletos podem, inclusive, afetar a validade externa de futuros estudos que o usarem como referência (CRITICAL APPRAISAL SKILLS PROGRAMME, 2021).

Em seguida, realizou-se uma pré-seleção dos artigos por meio da leitura de título e resumo, de acordo com a questão norteadora e os critérios de inclusão e exclusão previamente definidos, assim, para avaliar a qualidade metodológica dos artigos incluídos, aplicou-se o instrumento adaptado de *Critical Apppraisal Skills Programme (*CENTER FOR EVIDENCE-BASED MEDICINE, 2009). Ao final da avaliação, permaneceram apenas as publicações classificadas com boa qualidade metodológica e viés reduzido.

Para a coleta de dados dos artigos, elaborou-se um instrumento pelos próprios revisores, baseado em um instrumento validado por Page MJ, et al. (2021) contendo os seguintes itens: autor/ano, desenho de estudo, síntese do estudo em questão e classificação do nível de evidência de acordo com Oxford (DORNELLES C, et al., 2012). O Fluxograma de seleção é apresentado (**Figura 1**).

Figura 1 – Fluxograma do processo de seleção dos trabalhos. Rio de Janeiro- RJ, Brasil, 2023.



Fonte: Resultados da pesquisa. Rio de Janeiro, 2023

O levantamento bibliográfico nas bases de dados resultou na identificação de 35 artigos potencialmente relevantes, sendo excluídos 6 (seis) artigos devido ao idioma e 3 (três) por duplicata. Após a pré-seleção com a aplicação dos critérios de inclusão, foram recuperados 16artigos dos quais, após a leitura dos títulos e resumos foram acessados 5 (cinco) artigos. Assim, a amostragem final foi composta por 5 (cinco) publicações que foram analisadas na íntegra.

Para facilitar a análise e a síntese dos trabalhos, foi construído um quadro sinóptico constituído pelos seguintes itens: autores, ano de publicação, país de condução da pesquisa, objetivos do estudo, método e resultados alcançados.

A partir dessa extração, elementos centrais e as unidades de análise de cada artigo foram avaliados, gerando categorização por similaridade dos assuntos discutidos. Essas categorias são apresentadas por meio de uma síntese narrativa.

RESULTADOS e DISCUSSÃO

Os resultados estão disponíveis no quadro síntese, assim como a discussão, desenvolvida de forma descritiva, possibilitam ao leitor a avaliação da aplicabilidade da revisão integrativa elaborada, a fim de atingir o objetivo a partir do método proposto, ou seja, identificar, a partir de publicações científicas, a utilização do Laser de Baixa Intensidade para o tratamento de úlcera, fornecendo subsídios ao tratamento de úlceras por pressão (**Figura 2**).

Quanto ao ano da publicação, em 2004 um artigo (20%), 2017 um artigo (20%), 2018 dois artigos (40%) e, 2020 um artigo (20%). A média anual de publicação para o período estudado representa 1,25 artigo ao ano. Todos os artigos publicados em periódicos internacionais, evidenciando a escassez de publicações sobre o tema em periódicos brasileiros.

Os resultados mostram que a cicatrização eficaz de úlceras de pressão está relacionada com a irradiação de laser a um comprimento de onda de 658nm. Talvez esse efeito esteja relacionado à inibição de processos inflamatórios na ferida e estimulação da angiogênese e proliferação de fibroblastos nesta radiação específica (baseado tanto na concentração de interleucinas quanto no nível sérico de TNF-α e nas atividades de VEGF, TGFß1, TNF-α em biópsias de feridas). A terapia a laser nos comprimentos de onda de 940 e 808nm não afeta significativamente os processos de reparo acima mencionados, o que explica sua baixa eficácia no tratamento de

úlceras por pressão. Estes resultados demonstram que os efeitos salutares do laser de baixa intensidade na cicatrização de feridas são independentes da temperatura neste modelo.

Foram descritas ainda, que cicatrização da úlcera ocorreu após 30 dias de tratamento e observou-se epitelização total. A partir dos resultados obtidos neste relato de caso, concluímos que a combinação de terapia fotodinâmica, laserterapia e revestimento com membrana de celulose é um tratamento promissor para a cicatrização de UP em pacientes diabéticos.

Figura2 - Quadro síntese dos artigos selecionados. Rio de Janeiro- RJ, Brasil, 2023.

Autores/Ano	Desenho do estudo	Intervenção aplicada	Nível de evidência
Ruh AC, et al., 2018	Pesquisa quantitativa	As UPs foram irradiadas com laser de baixo nível (InGaAlP, 100 mW, 660 nm), densidade de energia 2 J/cm2 , uma vez ao dia, com intervalos de 24 horas, totalizando 12 aplicações. A análise da área da lesão revelou melhora média do tamanho do tecido de granulação de até 50% do pré ao pós-tratamento.https://doiorg.ez39.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s10103-017-2384-6	4
Lima AMCT, et al., 2020	Pesquisa quantitativa	Ciclos de isquemia-reperfusão foram empregados para causar a formação de UP pela aplicação externa de placas magnéticas. Imediatamente após o ferimento, uma suspensão de Pantoea agglomerans foi aplicada na base de todas as feridas dos grupos infectados, utilizando uma pipeta calibrada. PBM (emissão simultânea a 660 e 808 nm, 142,8 J/cm 2, no modo de emissão de ondas contínuas) aplicado nas UPs por 14 sessões.https://doiorg.ez39.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s10103-019-02862-w	4
Taradaj J, et al., 2018	Estudo randomizado	Os pacientes receberam um tratamento básico, reposicionamento e mobilização, colchão de pressão de ar e superfícies de suporte de cama,	2C

		limpeza de feridas e terapia medicamentosa. Receberam terapia a laser uma vez ao dia, 5 vezes por semana durante 1 mês em uso de lasers semicondutores (GaAlAs) que emitiam uma emissão contínua de radiação em comprimentos de onda separados de 940 nm (grupo A), 808 nm (grupo B) e 658 nm (grupo C). No grupo D (terapia simulada), a terapia a laser foi aplicada da mesma maneira, mas o dispositivo foi desligado durante cada sessão (apenas o aplicador foi ligado para escanear úlceras por pressão usando luz visível vermelha não coerente).https://doi-org.ez39.periodicos.capes.gov.br/10.7150/ijms.25651	
Lanzafame RJ, et al., 2004	Estudo randomizado	Úlceras de pressão foram criadas em camundongos C57BL colocando a pele dorsal entre duas placas magnéticas de cerâmica redondas (12,0 x 5,0 mm, 2,4 g, 1 K Gauss) por três ciclos de 12 horas. Os animais foram divididos em três grupos (n = 9) para fototerapia diária (830 nm, CW, 5,0 J/cm(2)) nos dias 3-13 após a ulceração em ambos os grupos A e B. Um dispositivo especial de troca de calor foi aplicado no Grupo B para manter uma temperatura constante na superfície da pele (30 graus C). O Grupo C serviu como controle, com irradiação de 5,0 J/cm(2) com fonte de luz incandescente. A temperatura da superfície da pele e as alterações de temperatura durante o tratamento foram monitoradas. A área da ferida foi medida e a taxa e o tempo para completar a cicatrização foram	2C

		anotados.https://doiorg.ez39.periodicos.capes.gov.br/10.1089/pho.2004.22.483	
Rosa LP, et al., 2017	Estudo de caso	O paciente foi tratado com terapia fotodinâmica com curcumina e diodos emissores de luz (LEDs) azuis, laserterapia e aplicação de membrana de celulose com o objetivo de promover a descontaminação da úlcera por ação local, acelerar a cicatrização da ferida e manter condições favoráveis de assepsia e umidade, respectivamente.https://doiorg.ez39.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.pdpdt.2017.06.011	4

Fonte: Resultados da pesquisa.

A presença de infecção em feridas pode levar ao aumento do tempo de cicatrização devido à "paralisação" dos mecanismos de reparo das células epiteliais (ANDRADE MC, et al., 2013).

Os primeiros estudos envolvendo o uso do Laser de Baixa Intensidade no tratamento de úlceras ocorreram entre a década de 1960 e a década de 1970. Seus resultados com o uso do laser de HeNe, com doses de até 4 J/cm2, mostraram-se satisfatórios para a redução da dor e melhora da cicatrização (ARAÚJO AR, et al., 2008).

Após 1970, esta tecnologia se mostrava promissor no tratamento de diversos tipos de lesões ulceradas, em especial daquelas crônicas e de complexa resolução. Em que pese as evidências demonstradas pelos estudos, ainda não temos consenso sobre o tipo de laser e seu comprimento de onda mais efetivo na cicatrização de UP (CORRÊA FI, et al., 2019; CAETANO AM, 2019).

Um estudo, foi utilizado o laser de AlGaInP no tratamento de UP, todos com comprimento de onda de 660 nm. Este estudo consistiu em um ensaio clínico randomizado e contou com uma amostra de 8 indivíduos adultos com UP. Neste estudo, de oito voluntários, pacientes do Hospital Santa Casa de Misericórdia de Ponta Grossa (SCMPG), atenderam aos seguintes critérios de inclusão: idade entre 30 e 75 anos, diabéticos e úlcera por pressão (UP) grau II, III ou IV de acordo com o NPUAP (RUH AC, et al., 2017).

Como parâmetros utilizados: comprimento de onda de 660 nm (InGaAlP), potência de saída de 100 mW e densidade de energia de 2 J/cm 2. As aplicações de Laser de Baixa Intensidade foram

feitas ao redor da área da lesão, um suporte de plástico preso à ponta do laser foi usado para manter o emissor do laser posicionado perpendicularmente e 0,5 cm distante do tecido, para evitar o contato entre a sonda do laser e os pontos irradiados. Os pontos estavam a 2 cm de distância um do outro. O tempo de irradiação em cada ponto foi de 12 s ((RUH AC, et al., 2017).

Os resultados deste estudo mostraram que, macroscopicamente, houve redução do tamanho da ferida após a Laser de Baixa Intensidade. Essa redução do tamanho da ferida foi acompanhada por uma melhora dos marcadores bioquímicos envolvidos no processo de regeneração que foram avaliados por qRT-PCR, indicando que os níveis de fator de crescimento endotelial vascular (VEGF) aumentaram após o tratamento, os níveis de IL6 não mudaram após o tratamento, os níveis de TNF-α diminuíram após o tratamento e os níveis de TGF-ß aumentaram após o tratamento.

O laser de AlGaInP possui comprimento de onda de 685 nm, atua no espectro visível da luz e seu modo de saída é contínuo. Comparado ao laser de HeNe, o laser de AlGaInP penetra mais profundamente os tecidos (PROCKT AP, et al., 2008).

Outro estudo utilizando Camundongos Swiss machos (8–12 semanas de idade) foram alojados em uma sala com temperatura controlada (20–24°C) e umidade (45–55%) em um ciclo claro/escuro de 12 horas com livre acesso a comida e água (LIMA AMCT, et al., 2019).

Neste estudo, para que o modelo de lesão induzida por isquemia e reperfusão, todos os animais foram anestesiados por via intraperitoneal com ketamina (150 mg/kg) e xilazina (15 mg/kg), e seus dorsos foram tricotomizados e limpos. A pele dorsal (epiderme, derme e hipoderme) foi suavemente tracionada para cima e posicionada entre dois imãs circulares de 8 mm de diâmetro, 4 mm de espessura e peso médio de 1,47 g. A pressão compressiva gerada entre os dois ímãs foi superior a 50 mmHg. Os ímãs foram aplicados por 16 h, seguidos de um período de liberação de 8 h para 1 ciclo, sendo este considerado o dia 0 (LIMA AMCT, et al., 2019).

A irradiação da ferida com Laser de Baixa Intensidade foi iniciada 24 h após a aplicação da suspensão de *Pantoea agglomerans* na base de todas as feridas do grupo infectado + laser. Para o grupo laser, o procedimento de irradiação foi iniciado 24 horas após o ferimento. Este é considerado o dia 1. Em estudos anteriores, as suspensões bacterianas foram expostas a lasers de baixa intensidade de comprimento de onda simples e duplo com emissão nas regiões

vermelha (660 nm; InGaAIP) e infravermelha (808 nm; AsGaAI) e fluência entre 35 e 142,8 J/ cm^2 (Thomé AMC, et al., 2017).

Nesses estudos, o PBM com lasers de baixa potência de comprimento de onda duplo (808 e 660 nm) a 142,8 J/cm 2 leva a uma diminuição na taxa de sobrevivência bacteriana e na formação de biofilme ((THOMÉ AMC, et al., 2017; THOMÉ AMC, et al., 2018). Neste estudo, os experimentos foram realizados com um laser de baixa potência de duplo comprimento de onda com emissão simultânea nos comprimentos de onda vermelho (660 nm) e infravermelho (808 nm), tamanho do ponto de 0,028 cm 2, energia de 4 J e fluência de aproximadamente 142,8 J/cm 2, 20 s por ponto, no modo de onda de emissão contínua (saída de potência de 100 mW, densidade de potência de 3,571 W/cm 2). A irradiação do laser foi realizada pontualmente na região central das feridas uma vez ao dia durante 14 sessões. Os animais foram sacrificados por overdose de anestésico, 14 dias após o ferimento.

Em conclusão, o estudo sugere que a exposição simultânea a lasers vermelhos e infravermelhos de baixa intensidade melhora e acelera a cicatrização de feridas matando ou inibindo bactérias. Portanto, o PBM com lasers simultâneos de baixa potência e comprimento de onda pode ser considerado uma opção para o tratamento de pus infectado.

Um estudo recrutou sessenta e sete pacientes, tratados e analisados (grupo A - 940 nm: 17 pacientes; grupo B - 808 nm: 18 pacientes; grupo C - 658 nm: 16 pacientes; grupo D - terapia simulada: 17 pacientes). Todos receberam um tratamento básico, incluindo reposicionamento e mobilização, colchão de pressão de ar e superfícies de suporte de cama, limpeza de feridas e terapia medicamentosa, além de receberem terapia a laser uma vez ao dia, 5 vezes por semana durante 1 mês em uso de lasers semicondutores (GaAlAs) que emitiam uma emissão contínua de radiação em comprimentos de onda separados de 940 nm (grupo A), 808 nm (grupo B) e 658 nm (grupo C). No grupo D (terapia simulada), a terapia a laser foi aplicada da mesma maneira, mas o dispositivo foi desligado durante cada sessão (apenas o aplicador foi ligado para escanear úlceras por pressão usando luz visível vermelha não coerente) (TARADAJ J, et al., 2018).

Este estudo concluiu que que a cicatrização eficaz de úlceras de pressão está relacionada com a irradiação de laser a um comprimento de onda de 658nm. Acredita-se que esse efeito esteja relacionado à inibição de processos inflamatórios na ferida e estimulação da anfigênese e proliferação de fibroblastos nesta radiação específica (baseado tanto na concentração de interleucinas quanto no nível sérico de TNF-α e nas atividades de VEGF, TGFβ1, TNF-α em

biópsias de feridas). A terapia a laser nos comprimentos de onda de 940 e 808nm não afetou significativamente os processos de reparo acima mencionados, o que explica sua baixa eficácia no tratamento de úlceras por pressão (TARADAJ J, et al., 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os achados de maior relevância envolvem os estudos randomizados. Foi evidenciado ainda, que grande parte dos resultados que a cicatrização efetiva das úlceras por pressão está relacionada com a irradiação do laser no comprimento de onda de 658nm. É bastante provável que esse efeito esteja relacionado à inibição de processos inflamatórios na ferida e estimulação da angiogênese e proliferação de fibroblastos nesta radiação específica (baseado tanto na concentração de interleucinas quanto no nível sérico de TNF-α e nas atividades de VEGF, TGFβ1, TNF-α em biópsias de feridas). A terapia a laser nos comprimentos de onda de 940 e 808 nm não afeta significativamente os processos de reparo acima mencionados, o que explica sua baixa eficácia no tratamento de úlceras por pressão.

REFERÊNCIAS

1. ANDRADE MC, et al. Effect of different pre-irradiation times on curcumin-mediated photodynamic therapy against planktonic cultures and biofilms of Candida spp. Arch. Oral Biol., 2013; (17):58.

2. ARAÚJO AR, et al. Efeitos do laser de baixa potência no trata- mento de úlceras de pressão em um equino. Fisioterapia Bras., 2008; 1(9).

3. ARAÚJO ID. Fisiologia da cicatrização. In: Petroian A. Lições de Cirurgia, 1ª ed., ed. Interlivros; 1997; 101-14p.

4. ARAÚJO WCO. Health information retrieval: construction, models and strategies. ConCI., 2020; 3(2).

5. BERNARDES LO, JURADO SR. Efeitos da laserterapia no tratamento de lesões por pressão: uma revisão sistemática. Rev Cuid., 2018; 9(3).

6. BOTELHO LLR, et al. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. GeS, 2011; 5(11).

7. BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução Nº 7, de 24 de fevereiro de 2010. Brasília: MS; 2010. Dispõe sobre os requisitos mínimos para funcionamento de Unidades de Terapia Intensiva e dá outras providências.

8. CAETANO AM. Custo-efetividade da laserterapia no tratamento de lesão por pressão (tese). Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2019.

9. CENTER FOR EVIDENCE-BASED MEDICINE. Oxford Centre for Evidence-Based Medicine: Levels of Evidence, 2009. Disponível em: https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/levels-of-evidence/oxford-centre-for-evidence-based-medicine-levels-%20of-evidence-march-2009. Acesso em: 17 mar. 2023.

10. CORRÊA FI, et al. O uso do laser HeNe (638, 8 nm) no fechamento de feridas. Fisioterapia Bras., 2019; 4(2).

11. CRITICAL APPRAISAL SKILLS PROGRAMME. CASP Checklists, 2021. Disponível em: https://casp-uk.net/casp-tools- checklists/. Acesso em: 17 mar. 2023.

12. DORNELLES C, et al. Experiences of critically ill patients with invasive mechanical ventilation. Esc Anna Nery, 2012; 14(4).

13. LANZAFAME RJ, et al. Temperature-Controlled 830-nm Low-Level Laser Therapy of Experimental Pressure Ulcers, 2004.

14. LIMA AMCT, et al. Photobiomodulation by dual-wavelength low-power laser effects on infected pressure ulcers. Lasers in Medical Science, 2019; 35.

15. LIMA NEP, et al. Laserterapia de baixa intensidade no tratamento de feridas e atuação da enfermagem. Revista de Enfermagem da UFPI, 2018; 7(1).

16. MENEGUZZO DT, et al. Laserterapia em Feridas. Campinas-SP. 2015.

17. PAGE MJ, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 2021; 372(71).

18. PROCKT AP, et al. Uso de terapia com laser de baixa intensidade na cirurgia bucomaxilofacial. Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxi- lofac., 2008; 49(4).

19. ROSA LP, et al. Photodiagnosis and Photodynamic Therapy, 2017.

20. RUH AC, et al. Laser photobiomodulation in pressure ulcer healing of human diabetic patients: gene expression analysis of inflammatory biochemical markers. Lasers in Medical Science, 2017;33.

21. SIBBALD RG, et al. Increased bacterial burden and infection: the story of NERDS and STONES. Article in Advances in Skin & Wound Care. November, 2006.

22. TARADAJ J, et al. Effect of laser therapy on expression of angio- and fibrogenic factors, and cytokine concentrations during the healing process of human pressure ulcers. International Journal of Medical Sciences, 2018;15(11).

23. THOMÉ AMC, et al. Dichromatic and monochromatic laser radiation effects on antibiotic resistance, biofilm formation, and division rate of Pantoea agglomerans. Laser Phys, 2018; 28(6):065606.

24. THOMÉ AMC, et al. Dichromatic and monochromatic laser radiation effects on survival and morphology of Pantoea agglomerans. Laser Phys, 2017; 27(5):055602.

25. THULER SR, PAULA MAB. Guia de Boas Práticas. Preparo do leito da Lesão. SOBEST: 2016.