



UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOFOTÔNICA APLICADA ÀS
CIÊNCIAS DA SAÚDE

ADRIANA DA SILVA MAGALHÃES

EFICÁCIA E SEGURANÇA DA FOTOBIMODULAÇÃO NO TRATAMENTO DE
LESÃO POR PRESSÃO NÃO INFECTADA EM PACIENTES ADULTOS:
REVISÃO SISTÊMICA DE ENSAIOS CLÍNICOS

SÃO PAULO, SP

2023

ADRIANA DA SILVA MAGALHÃES

**EFICÁCIA E SEGURANÇA DA FOTOBIMODULAÇÃO NO TRATAMENTO DE
LESÃO POR PRESSÃO NÃO INFECTADA EM PACIENTES ADULTOS:
REVISÃO SISTÊMICA DE ENSAIOS CLÍNICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Nove de Julho no Programa de Pós-graduação em Biofotônica Aplicada às Ciências da Saúde, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Anna Carolina Tempestini Horliana.

Coorientadora: Profa. Dra. Sandra Kalil Bussadori e Profa. Dra. Lara Jansiski Motta.

SÃO PAULO, SP

2023

Magalhães, Adriana da Silva.

Eficácia e segurança da fotobiomodulação no tratamento de lesão por pressão não infectada em pacientes adultos: Revisão sistemática de ensaios clínicos / Adriana da Silva Magalhães. 2023.

38 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Nove de Julho – UNINOVE, São Paulo, 2023.

Orientador (a): Prof.^a. Dr.^a. Anna Carolina Tempestini Horliana

1. Lesão por pressão. 2. Úlcera por pressão. 3. Escara de decúbito. 4. Fotobiomodulação. 5. Laser terapia. 6. LED.

I. Horliana, Anna Carolina Tempestini. II. Título.

CDU 615.831

São Paulo, 29 de junho de 2023.

TERMO DE APROVAÇÃO

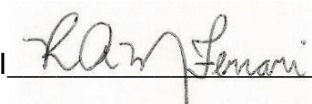
Aluno (a): Adriana da Silva Magalhães

Título da Dissertação: “A eficácia da fotobiomodulação lesão por pressão não infectada em adultos. Uma revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados”.

Presidente: PROF^a. DR^a. ANNA CAROLINA RATTO TEMPESTINI HORLIANA



Membro: PROF^a. DR^a. RAQUEL AGNELLI MESQUITA FERRARI



Membro: PROF^a. DR^a. ANA PAULA TABOADA SOBRAL



AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora Dra. Anna Carolina Tempestini pelos ensinamentos orientação e por ter acreditado e não ter me deixado desistir, muitas vezes mais do que eu, na realização desta dissertação.

Agradeço também a todos os professores do Programa de pós-graduação em Biofotônica aplicada às Ciências da Saúde, que me ensinaram ferramentas para contribuição da construção deste trabalho, no meu crescimento profissional e pessoal.

A Universidade Nove de julho, aos meus colegas de curso, Tamires da Silva que sempre esteve comigo nessa caminhada e a Isabel Veloso que conheci num momento incrível de desespero e que pegou na minha mão e me ajudou até o final.

Agradeço a toda minha família pelo apoio e por compreenderem meus momentos de ausência.

RESUMO

As LPPs, são consideradas um problema de saúde pública, trazendo prejuízos e comprometendo a segurança dos pacientes hospitalizados. Alguns estudos mostram que a fotobiomodulação, quando aplicada em feridas cutâneas, é capaz de promover ação anti-inflamatória e revascularização da ferida, acelerando o processo de reparação. Entretanto, a qualidade de evidência sobre esse tema, ainda é escassa. Objetivo: Avaliar se a fotobiomodulação é um tratamento eficaz e seguro para LPPs não infectadas em adultos. Método: Foi desenvolvida revisão sistemática seguindo as recomendações metodológicas do Manual Cochrane para Revisões Sistemáticas de Intervenções e as diretrizes do PRISMA. Ampla e sensível busca de estudos clínicos randomizados sobre o tratamento para LPP foram realizadas nas principais bases de dados (MEDLINE, EMBASE, CENTRAL, LILACS, CINAHL, ICTRP, ClinicalTrials.gov, WHO e DARS Easy). Resultados: A busca inicial levantou 268 artigos, após leitura dos resumos foram selecionados os ensaios clínicos, resultando em 19 trabalhos. Após a leitura na íntegra dos 19 artigos selecionados foram incluídos na revisão sistemática e metanálise aqueles que atenderam o critério de inclusão de pacientes que apresentaram como terapia para lesão por pressão a fotobiomodulação e um grupo controle. Seguindo tais critérios, 04 ensaios clínicos foram incluídos. Foi observada diferença estatisticamente significativa entre o grupo tratado com laser e o grupo convencional, o RR total foi de 0,63 (IC95% = 0,47-0,84). Conclusão: A metanálise demonstrou que os grupos tratados com laser apresentaram maior probabilidade de cicatrização global da lesão quando comparada ao curativo convencional.

Palavras-chave: lesão por pressão, úlcera por pressão, escara de decúbito, fotobiomodulação, laser terapia, led.

ABSTRACT

Pressure injuries (PPI) are considered a public health problem, causing damage and compromising the safety of hospitalized patients. Some studies show that photobiomodulation, when applied to skin wounds, can promote anti-inflammatory action and wound revascularization, accelerating the repair process. However, the quality of evidence on this topic is not sufficiently explored. Objective: To assess whether photobiomodulation is an effective and safe treatment for uninfected PIs in adults. Method: A systematic review was developed following the methodological recommendations of the Cochrane Manual for Systematic Reviews of Interventions and the PRISMA guidelines. A broad and sensitive search for randomized clinical trials on pressure injury treatments was conducted in major databases (MEDLINE, EMBASE, CENTRAL, LILACS, CINAHL, ICTRP, ClinicalTrials.gov, WHO, and DARE Easy). Results. The initial search raised 268 articles, after reading the abstracts they were selected clinical trials, resulting in 19 works. After reading in of the 19 selected articles were included in the systematic review and meta-analysis those who met the inclusion criteria of patients who presented photobiomodulation as a therapy for pressure injuries and a group control. Following these criteria, 04 clinical trials were included. A statistically significant difference was observed between the laser-treated group and the conventional group, the total RR was 0.63 (95% CI = 0.47-0.84). The meta-analysis showed that the groups treated with laser had a greater probability of lesion wound healing when compared to conventional dressing. Registration number: CRD42023412304 (PROSPERO)

Keywords: pressure injury, pressure ulcer, bed sore, photobiomodulation, laser therapy. Led

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Formação dos eventos isquêmicos no desenvolvimento da LPP	15
Figura 2 - Áreas susceptíveis ao desenvolvimento de LPP	16
Figura 3 – Demonstra o acometimento da pele e sua profundidade.	17
Figura 4 - Fases da cicatrização e deposição da matriz cicatricial ao longo do tempo	19
Figura 5- Demonstração de Espectro eletromagnético	22
Figura 6- Penetração da luz na pele	23
Figura 5 - <i>Forest plot</i> com os dados dos estudos da metanálise.	36

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Fatores relacionados à qualidade inicial das evidências.....	29
Quadro 2 – Fatores que diminuem a qualidade da evidência.	30
Quadro 3 - Fatores que elevam a qualidade da evidência.	31

LISTA DE ABREVIATURA

LPP- Lesão por pressão

ATS – Avaliações de Novas Tecnologias em Saúde

AVC – Acidente Vascular Cerebral

GRADE – *Grades Recommendation Assessment Development and Evaluation*

LEDT – *Light Emitting Diode Therapy*

LLLT – Low Level Laser Therapy

NSP – Núcleo de Segurança do Paciente

PBMT – *Photobiomodulation Therapy*

FBM – Fotobiomodulação

SUS – Sistema Único de Saúde

UTI – Unidade de Terapia Intensiva

LISTA DE SÍMBOLOS

% por cento

λ comprimento de onda

Sumário

1 INTRODUÇÃO	12
2 CONTEXTUALIZAÇÃO	14
2.1 EPIDEMIOLOGIA	14
2.2 ETIOLOGIA	15
2.2.1 CLASSIFICAÇÃO DAS LESÕES POR PRESSÃO	16
2.3 FASES DA CICATRIZAÇÃO	18
2.4 AVALIAÇÕES DOS PACIENTES EM RISCO DE DESENVOLVER LESÕES POR PRESSÃO	19
2.5 TRATAMENTOS UTILIZADOS NA LESÃO POR PRESSÃO	20
2.6 FOTOBIMODULAÇÃO	21
3 OBJETIVOS	24
3.1 OBJETIVO GERAL	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4 MÉTODO.....	25
4.1 DESENHO DO ESTUDO	25
4.2 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE	25
4.2.1 TIPOS DE ESTUDOS	26
4.2.2 TIPOS DE PARTICIPANTES	26
4.2.3 TIPOS DE INTERVENÇÕES	26
4.2.4 COMPARADORES / CONTROLES	26
4.2.5 DESFECHOS ANALISADOS	26

4.2.6 DESFECHOS ANALISADOS	26
4.2.7 DESFECHOS SECUNDÁRIOS.....	27
4.2.8 ESTRATÉGIA DE BUSCA	27
4.2.9 EXTRAÇÃO DOS DADOS	28
4.3.0 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE METODOLÓGICA DOS ESTUDOS INCLUÍDOS (RISCO DE VIÉS).....	28
4.3.1 ANÁLISE DE SUBGRUPOS E DE SENSIBILIDADE	29
4.3.2 AVALIAÇÃO DA CERTEZA DA EVIDÊNCIA	29
5 RESULTADOS	32
5.1 RESULTADOS DA BUSCA.....	32
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS.....	38

1 INTRODUÇÃO

A Lesão por pressão (LPP) é uma ferida que se manifesta devido a alterações na perfusão sanguínea da pele e tecidos subjacentes. A LPP ocorre devido à pressão extrínseca e/ou intrínseca sobre determinadas áreas da pele, principalmente em proeminências ósseas, por tempo prolongado (KOTTNER et al., 2019; OLIVEIRA; CONSTANTE, 2018). As LPPs são ocasionadas por diversos fatores relacionados à hospitalização como tempo de internação, mobilidade prejudicada, desnutrição e a condição clínica dos pacientes. E possui os seguintes fatores de riscos: idade avançada, restrições ao leito, limitações de mobilidade e fatores ambientais como temperatura e umidade (ANDRADE et al., 2016; DE JESUS et al., 2020).

Os indivíduos internados em uma Unidade de Terapia Intensiva (UTI) são mais vulneráveis a sofrer LPPs, devido a sua alteração do nível de consciência, uso de sedativos, suporte ventilatório, drogas vasoativas, e pelas restrições de movimentos por período prolongado (TEIXEIRA et al., 2022).

Segundo o Ministério da Saúde (2013), as lesões por pressão são uma das principais causas de aumento na taxa de permanência das internações hospitalares, gerando um impacto significativo nos serviços de saúde e danos físicos e emocionais para o paciente. Além de provocar sobrecarga no trabalho dos profissionais e um aumento de recursos materiais nosocomiais (ALBUQUERQUE et al., 2022; FRANÇA et al., 2019).

Essas lesões são consideradas um evento evitável por meio de implementação de medidas preventivas, sendo, portanto, consideradas um indicador da qualidade assistencial a saúde (FRANÇA et al., 2019; WHITE et al., 2015).

Medidas simples podem ser adotadas para a prevenção da LPP, como a mudança de decúbito que pode ser realizada pelo paciente ou pelos profissionais da saúde, uso de superfícies de apoio como colchão e coxins, análise do risco de desenvolvimento de lesões, entre outras. Após a implementação dessas medidas, pode-se considerar que a ocorrência da LPP foi inevitável e não aconteceu por

negligência dos cuidados em si, e sim pela sua multicausalidade (ANDRADE et al., 2016).

A fotobiomodulação (FBM) refere-se ao uso de luz não ionizante de baixa intensidade para estimulação tecidual, ou seja, a partir de fontes de luz, como o diodo emissor de luz (LED) e a amplificação da luz por emissão estimulada de radiação (LASER) de baixa (BACELETE; GAMA, 2021a). A FBM tem sido utilizada como terapia adjuvante na cicatrização de feridas, na redução de dor, e no gerenciamento do processo inflamatório e edema (ANDRADE; CLARK; FERREIRA, 2014a; PELOW; CHUNG; BAXTER, 2012). A FBM é um tratamento seguro com algumas contraindicações como em caso de tumor maligno, hipersensibilidade, gravidez entre outros.

A FMB quando aplicada em feridas cutâneas é capaz de promover ação anti-inflamatória e a revascularização da área lesionada. A inclusão da FBM no tratamento da LPP tem demonstrado resultados promissores. Segundo Saltmarche A. (2008), o uso da FMB reduziu o tempo de resolução da ferida e contribuiu para a economia de recursos hospitalares, pois diminuiu as horas despendidas pela equipe de enfermagem e a quantidade de material utilizado na realização dos curativos.

Desta forma o presente estudo tem como objetivo avaliar por meio de revisão sistemática a eficácia e segurança da fotobiomodulação em lesões por pressão não infectadas em pacientes adultos. E ainda analisar os protocolos utilizados, as dosagens utilizadas, os efeitos adversos e conhecer o custo – efetividade do uso desta tecnologia no tratamento da LPP.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 EPIDEMIOLOGIA

A prevalência e a incidência da LPP) no Brasil, varia entre 35,2% e 63,6% dependendo do autor estudado (VASCONCELOS; CALIRI, 2017). Segundo o Protocolo para Prevenção de (LPP) do Ministério da Saúde, as taxas de prevalência podem sofrer diferenças devido às particularidades dos pacientes e ao nível de cuidado. Em cuidados de longa permanência a prevalência varia de 2,3% a 28%. em cuidados agudos a prevalência varia de 10% a 18% e já por sua vez, em cuidados domiciliares a prevalência fica entre 0% e 29% e incidência de 0% até 17% (CRUZ; SANITÁRIA, 2014; SAÚDE/; FIOCRUZ, 2013).

As variações entre as taxas de prevalência das LPP dificultam a obtenção de resultados epidemiológicos com precisão, devido a inconstância e instabilidade das metodologias utilizadas nas populações de estudo, o que acaba comprometendo as comparações e análises de tendência definidora, demonstrando a inconsistência e o impacto relacionados à prevenção e tratamento

Estas variações entre as taxas de incidência e prevalência das LPP que dificultam obter resultados epidemiológicos com exatidão, devido a inconstância e instabilidade das metodologias utilizadas nas populações de estudo, o que acabam comprometendo as comparações e análises de tendência definidora demonstrando a inconsistência e o impacto relacionados à prevenção e tratamento (SAÚDE/; FIOCRUZ, 2013).

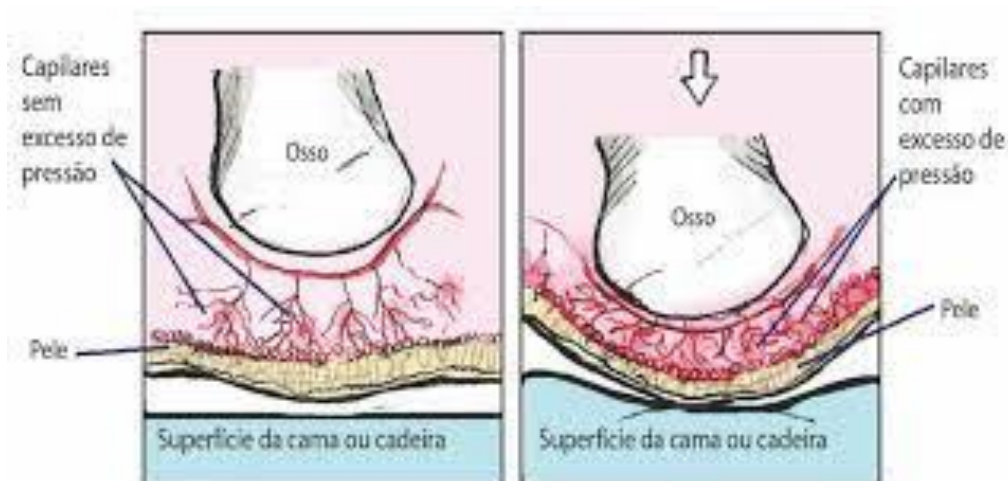
Nos Estados Unidos da América, as lesões por pressão (LP) acometem 2,5 milhões de pessoas por ano e dentre essas, 60 mil evoluem para óbito. Além disso, o tratamento tem um custo anual de US\$ 9,1 a US\$ 11,6 bilhões para os hospitais (PADULA; DELARMENTE, 2019). No entanto, a prevalência global de lesão pressão varia entre 12,8% e 18,5%, com uma incidência de lesão por pressão adquirida no hospital de 8,4% (SIOTOS et al., 2022).

2.2 ETIOLOGIA

A etiologia da (LPP) ainda não está totalmente esclarecida, pois mesmo com a presença dos fatores de risco alguns pacientes não a desenvolvem. A LPP é o resultado da resposta interna do organismo às forças da própria massa corporal de um indivíduo (peso sobre o tecido), da carga mecânica externa (objeto ou dispositivo médico) ou ainda por combinação dessas duas forças contínua sobre a pele. Essa resposta pode desenvolver fenômenos isquêmicos associados a deficiência de nutrientes e consequente necrose tecidual (Figura 1) (OLIVEIRA; CONSTANCE, 2018).

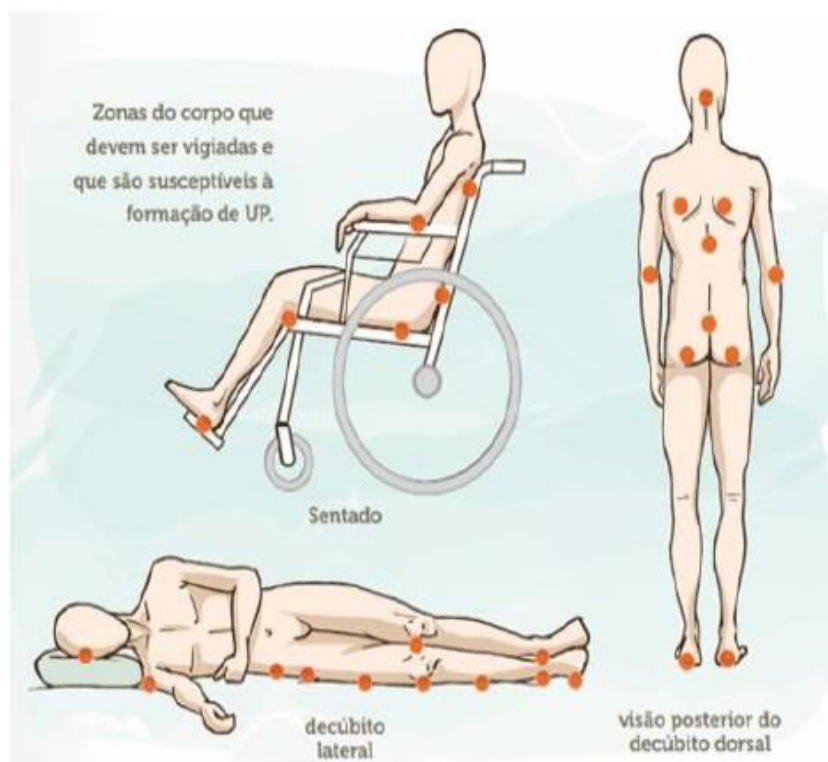
As LPPs ocorrem em áreas de proeminências ósseas que sofrem maior pressão, tais como o sacro, ísquio, trocânter, ou menos frequentemente o calcâneo, região occipital, o dorso do pé, o maléolo e a patela (CALIRI MHL, 2000). A figura 2 demonstra os pontos mais comuns de desenvolvimento da LPP. Os círculos amarelos demonstram as áreas de proeminência óssea que devem ser observadas devido a maior chance de desenvolver eventos isquêmicos e consequente LPP

Figura 1 - Formação dos eventos isquêmicos no desenvolvimento da LPP



Fonte: PROTOCOLOS de enfermagem – Prevenção e tratamento de lesão por pressão. HEMORIO, 2020 (CALIRI MHL, 2000).

Figura 2 - Áreas susceptíveis ao desenvolvimento de LPP



Fonte: Protocolos de enfermagem – prevenção e tratamento de lesão por pressão. HEMORIO, 2020 (CALIRI MHL, 2000).

2.2.1 CLASSIFICAÇÃO DAS LESÕES POR PRESSÃO

As lesões por pressão são classificadas em quatro estágios e também incluídos outros tipos de LPP de acordo ao grau e danos observados nos tecidos a *National Pressure Ulcer Advisory Panel* (NPIAP, 2016,(VIGILÂNCIA; GVIMS, 2023), Figura 3).

a) **Estágio 1:** Presença de vermelhidão na pe em área de proeminência óssea. Não ocorre branqueamento visível.

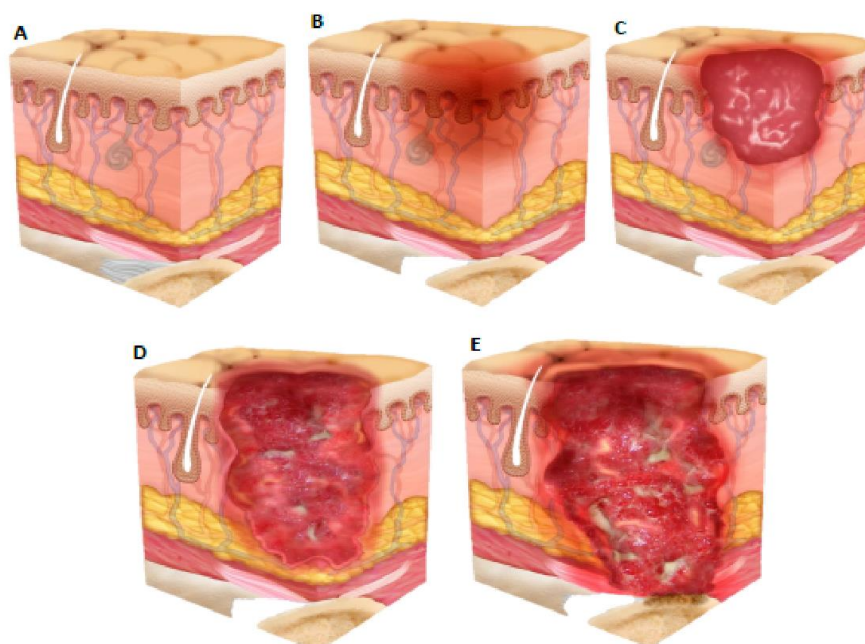
b) **Estágio 2:** Ocorre a ulceração da pele e pode apresentar bolhas com exsudato.

c) **Estágio 3:** Ferida com perda de pele e possível visualização do tecido adiposo subcutâneo. Pode ocorrer necrose local.

d) **Estágio 4-** Perda de tecido cutâneo e exposição do tecido muscular, tendão ou osso.

- e) **Lesão por Pressão Não Classificável:** Perda da pele em sua espessura total e perda tissular na qual a extensão do dano não pode ser confirmada por não ter pele aberta. Ao ser removido (esfacelo ou escara), Lesão por Pressão em Estágio 3 ou Estágio 4 ficará aparente.
- f) **Lesão por Pressão Tissular Profunda:** Pele intacta ou não, com área localizada e persistente de descoloração vermelha escura, marrom ou púrpura que não embranquece ou separação epidérmica que mostra lesão com leito escurecido ou bolha com exsudato sanguinolento.
- g) **Lesão por Pressão Relacionada a Dispositivos Médicos:** Essa terminologia descreve a etiologia da lesão e resulta do uso de dispositivos criados e aplicados para fins diagnósticos e terapêuticos. A lesão por pressão resultante geralmente apresenta o padrão ou forma do dispositivo. Essa lesão deve ser categorizada usando o sistema de classificação de lesões por pressão;
- h) **Lesão por Pressão em Membranas Mucosas:** encontrada quando há histórico de uso de dispositivos médicos no local do dano. Devido à anatomia do tecido, essas lesões não podem ser categorizadas.

Figura 3 – Demonstra o acometimento da pele e sua profundidade.



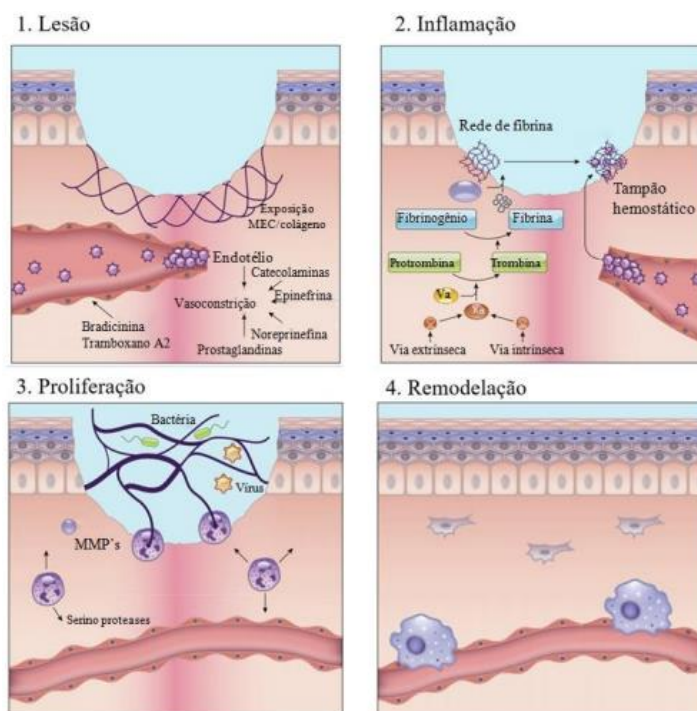
(A) Tecido normal (saudável), (B) estágio I de um tecido com LPP, (C) estágio II, (D) estágio III (B) (E) estágio IV. **Fonte:** (NPIAP, 2016, (VIGILÂNCIA; GVIMS, 2023).

2.3 FASES DA CICATRIZAÇÃO

A LPP é uma ferida crônica, sendo assim o tratamento da LPP é feito através ações que aceleram e melhoram o processo de cicatrização. A cicatrização das feridas é um processo biológico dinâmico que depende de quatro fases sequenciais para obter sucesso hemostasia, inflamação, proliferação e remodelação (RODRIGUES et al., 2019). Na fase hemostática ocorre o controle do sangramento e o reparo vascular. Na fase inflamatória ocorre a secreção de diversos sinalizadores celulares que desencadeiam o processo inflamatório. Na fase proliferativa a circulação sanguínea é restabelecida e ocorre a ativação dos fibroblastos. Por fim, na fase de remodelação ocorre a secreção de colágeno e a reorganização da matriz extracelular (BARON, J. M.; GLATZ, M.; PROKSCH, E, 2020).

Na lesão por pressão, essas quatro fases se interpõem. A fase inflamatória é prejudicada pela isquemia prolongada e constante pressão local, levando a insuficiência vascular dos tecidos subjacentes, com redução da oxigenação e redução das células responsáveis pela resposta inflamatória. Na fase proliferativa, os fibroblastos perdem a capacidade de divisão e produção de colágeno, diminuindo os fatores de crescimento tecidual; na fase de remodelação, ocorre a diminuição da síntese de colágeno e consequentemente a redução da força tênsil, o que torna o tecido mais propenso à ruptura após sua restauração (ZHAO et al., 2016)

Figura 4 - Fases da cicatrização e deposição da matriz cicatricial ao longo do tempo



Fonte: Adaptado de Rodrigues *et al.* (2019)

2.4 AVALIAÇÕES DOS PACIENTES EM RISCO DE DESENVOLVER LESÕES POR PRESSÃO

Os enfermeiros utilizam escalas de avaliação para aferir os riscos de desenvolvimento da LPP e a vulnerabilidade do indivíduo hospitalizado (SALGADO *et al.*, 2018). Atualmente, existem cerca de 40 escalas para avaliação de risco de LPP, que são feitas a partir da opinião e experiência dos especialistas ou são adaptadas de outros instrumentos. As escalas mais utilizadas para risco de LPP são: a Norton, a Waterlow e a Braden. A escala de Norton surgiu em 1962 e avalia cinco categorias (condição física, nível de consciência, atividade, mobilidade e incontinência), os valores variam de 5 a 20 pontos, onde < 12 (alto risco) e ≤ 14 (risco) (DE ARAÚJO; DE ARAÚJO; CAETANO, 2011).

A escala de Waterlow surgiu em 1985 e avalia sete categorias: índice de massa corpórea (IMC), avaliação visual da pele, sexo/idade, continência, mobilidade, apetite e medicações. Nesta escala existem 4 subcategorias especiais

(subnutrição do tecido celular, déficit neurológico, tempo de cirurgia acima de 2 horas e trauma abaixo da medula lombar). Os escores de classificação quanto mais alto maior risco de desenvolver LPP, em risco (10 a 14), alto risco (15 a 19) e alto risco (≥ 20) (BORGHARDT et al., 2016a; PAULA ADAMCZYK et al., 2017).

Por sua vez, a escala de Braden foi criada em 1987, e avalia seis categorias (percepção sensorial, umidade, mobilidade, nutrição e fricção/ cisalhamento). As seis categorias recebem pontuação que variam entre 6 e 23 pontos. Os escores da classificação são 15 a 18 (em risco), 13 a 14 (risco moderado), 10 a 12 (alto risco), 9 ou abaixo (risco muito alto) (SECRETARIA DE SAÚDE, 2020).

2.5 TRATAMENTOS UTILIZADOS NA LESÃO POR PRESSÃO

As diretrizes recomendam a prevenção da ocorrência da LPP como a principal medida de manejo dessa doença. Utilizando a avaliação dos fatores de risco por meio de escalas padronizadas e validadas; superfícies de apoio como colchão, coxins, considerando a necessidade de redistribuição da pressão do indivíduo, descompressão das áreas com a mudança de decúbito com maior frequência entre outras medidas. Porém no caso de estabelecimento das lesões, os tratamentos são aplicados de acordo com as orientações e normas dos hospitais e agências regularizadoras (NONG; SIVESIND; DELLAVALLE, 2023).

O tratamento começa com a avaliação sistematizada da lesão por pressão: identificando a localização, categoria, área, características da lesão e tipo de tecido e condições da pele adjacentes e monitoramento da dor (EDSBERG et al., 2016; NPIAP, 2019). Após avaliação, recomenda-se: limpeza, remoção de tecidos desvitalizados, tratamento de infecções e biofilmes e aplicação de curativos de acordo com as características da lesão por pressão (REDDY, 2015). Em casos mais graves pode-se recomendar o tratamento cirúrgico com amputação do membro lesionado, suturas e desbridamentos ou ainda abordagens físicas como câmaras hiperbáricas, terapias por pressão negativa, estimulação elétrica ou eletromagnética (GUSHIKEN et al., 2021a).

Nesse contexto, é importante que os enfermeiros/médico conheçam alternativas que possam acelerar o processo de reparação de uma ferida, permitindo ao paciente uma alta hospitalar mais precoce e o retorno às suas atividades cotidianas (LIMA; COLTRO; JÚNIOR, 2017). Existem hoje no mercado vários produtos e materiais para o tratamento dos diferentes estágios da LPP com ação de higienização, desbridamento, diminuição da infecção, controle do exsudato, estímulo à granulação e proteção da reepitelização como os curativos biológicos (FIGUEIRA et al., 2021). Entre eles estão os curativos com polímeros como hidrocoloides, hidrogéis, colágenos, quitosanas, pectina e ácido hialurônico que tem por finalidade manter a hidratação da ferida e a rápida cicatrização. Ainda os curativos podem conter agentes farmacológicos como antibióticos, vitaminas, fatores de crescimento e minerais (BORGHARDT et al., 2016b).

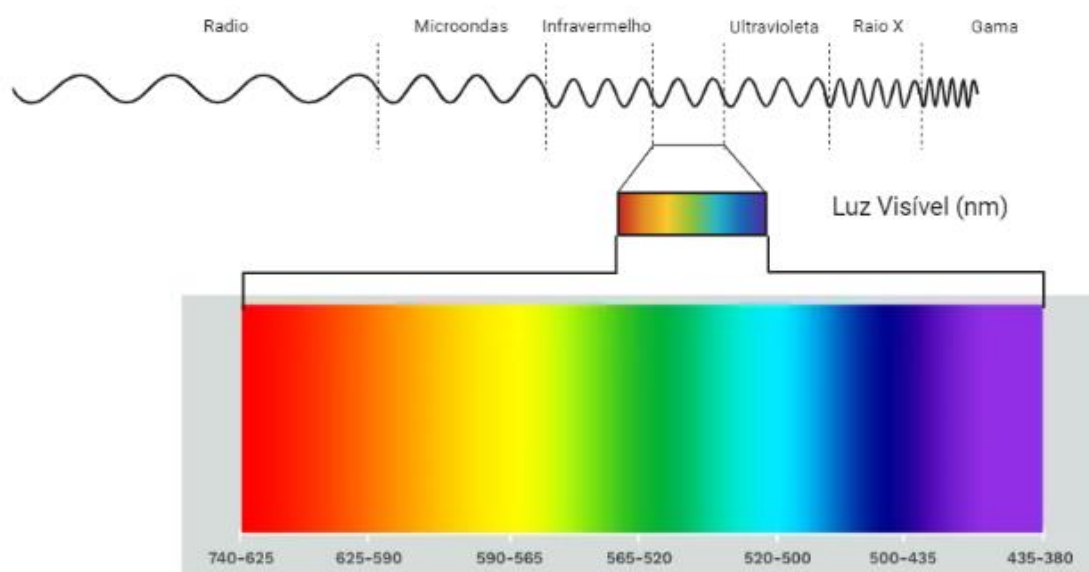
2.6 FOTOBIMODULAÇÃO

Vários estudos têm sido realizados para descobrir a abordagem correta e as melhores terapias para a cicatrização de feridas, incluindo procedimentos cirúrgicos e tratamentos não cirúrgicos, como formulações tópicas, curativos ou substitutos da pele (GUSHIKEN et al., 2021b). Diante da variedade de recursos disponíveis, cabe ao profissional eleger a melhor opção considerando as diversas fases do processo cicatricial (FERREIRA, 2005). O uso do laser é amplamente difundido na prática clínica e visa proporcionar os efeitos anestésicos, antiedematosos, anti-inflamatórios e tróficos-estimulantes. Além do mais, é um tratamento confortável, não-invasivo, asséptico, indolor, inofensivo e controlável (IRYANOV, 2016a). Desta forma, a fotobiomodulação vem sendo considerada uma das possibilidades de tratamento para melhorar a cicatrização de feridas.

A fotobiomodulação (FBM) refere-se ao uso de luz não ionizante de baixa intensidade para estimulação tecidual. A FBM é um processo não térmico com estimulação dos cromóforos endógenos eliciando a fotofísica (isto é, linear e não linear) e eventos fotoquímicos em várias escalas biológicas (ANDRADE; CLARK; FERREIRA, 2014b). A luz utilizada para essa terapia é uma luz de baixa intensidade com comprimentos de onda geralmente na faixa de 600 a 700 nanômetros (nm) e

780 a 1100 (nm) (Figura 4) (FREITAS, LUCAS; HAMBLIN, 2017a). O uso da FBM pode ser uma alternativa no tratamento de lesões por pressão, possibilitando a regeneração tecidual com o uso da luz vermelha.

Figura 5- Demonstração de Espectro eletromagnético

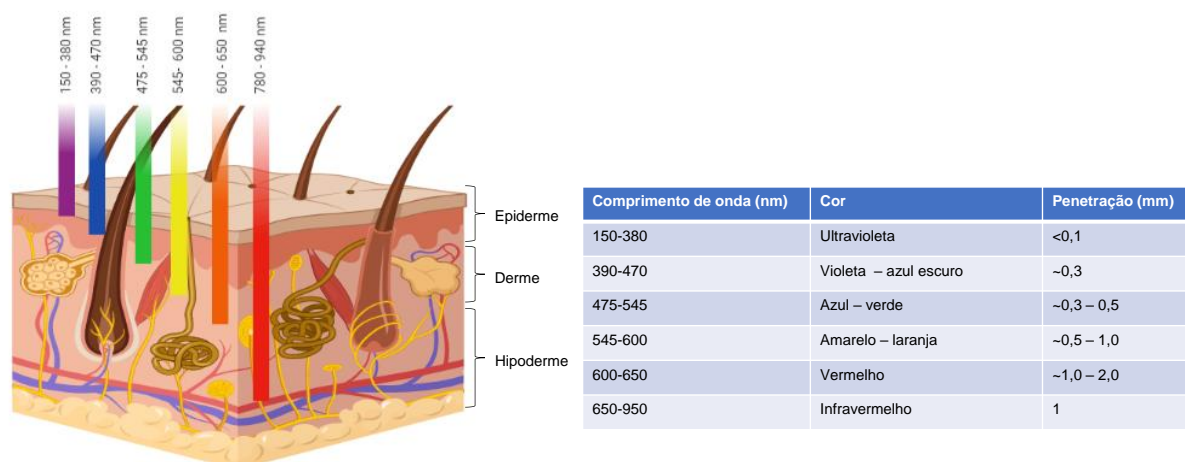


Fonte: Elaboração própria. Criada com BioRender.com.

A FBM apresenta um efeito modulador sobre inúmeros tecidos tendo como princípio a absorção dos fótons da fonte de luz incidida pelos fotorreceptores (cromóforos), que por meio de uma reação fotoquímica, promove alterações bioquímicas intracelulares (FREITAS, LUCAS; HAMBLIN, 2017b). As reações químicas que ocorrem no interior das células são estimuladas pelos fótons, favorecendo o disparo de respostas neuro protetoras, melhorando o metabolismo e fluxo sanguíneo, além de diminuição de processos inflamatórios e estresse oxidativo (SILVA, D, F; GUEDES, 2017). A FBM pode promover a reparação tecidual, reduzir a inflamação e a analgesia (HASHMI et al., 2010). A FBM também pode gerar aumento da atividade mitocondrial, com consequente aumento de adenosina trifosfato (ATP), vasodilatação, síntese proteica, decréscimo nos níveis de prostaglandinas, presença de mitose celular, migração e proliferação de

queratinócitos e ocorrência do fenômeno de neoangiogênese (BACELETE; GAMA, 2021b).

Figura 6- Penetração da luz na pele



Fonte: Adaptado de Avci et al. (2013) (AVCI et al., 2013). Criada com BioRender.com.

O uso do laser de baixa potência na pele modifica o comportamento dos linfócitos aumentando sua proliferação e ativação; age sobre os macrófagos, aumentando a fagocitose; eleva a secreção de fatores de crescimento de fibroblasto e intensifica a reabsorção tanto de fibrina quanto de colágeno (ANDRADE; CLARK; FERREIRA, 2014c). O aumento da produção de colágeno ocorre através de mecanismos de fotoestimulação, sobre os quais certas frequências/doses podem atuar, modulando assim a proliferação celular elevando a quantidade de fatores de crescimento de fibroblastos (IRYANOV, 2016b).

A utilização do laser é contraindicada em casos de tumor maligno localizado ou irradiado; epilepsia; sobre a glândula tireoide; sobre abdômen gravídico; elevada hipersensibilidade e trombose em veia pélvica ou veias profundas das pernas (ANDRADE; CLARK; FERREIRA, 2014b).

Jana Neto e colaboradores (2023) demonstraram que a FBM é um tratamento seguro e efetivo na redução do tempo de cicatrização em feridas de tecidos moles associadas a fraturas ósseas (JANA NETO et al., 2023). Uma revisão sistemática

recente descreveu que a FBM foi efetiva em promover a cicatrização de LPPs em pacientes adultos e idosos, porém não foi observada uma redução no tempo de cicatrização (PETZ et al., 2020).

Em modelo animal de LPP desenvolvida por ciclos de isquemia/reperfusão foi demonstrado o efeito adjuvante da FBM através da indução da cicatrização e inibição do crescimento bacteriano na ferida (THOMÉ LIMA et al., 2020). Embora possua efeitos promissores, o uso da FBM no tratamento da LPP é controverso e necessita de melhores estudos e protocolos (TARADAJ et al., 2018).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar se a fotobiomodulação é um tratamento eficaz e seguro para lesões por pressão não infectadas em adultos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a segurança da fotobiomodulação no tratamento de lesões por pressão.

4 MÉTODO

4.1 DESENHO DO ESTUDO

Para desenvolver este estudo, foram seguidas as recomendações metodológicas do Manual Cochrane para Revisões Sistemáticas de Intervenções (Higgins et al., 2011) e as diretrizes do PRISMA (Liberati et al., 2009). O protocolo desta revisão foi registrado no PROSPERO (CRD42023412304).

4.2 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

A pergunta desta pesquisa é A fotobiomodulação é um tratamento eficaz e seguro na lesão por pressão não infectada em adultos? Elaborada de acordo com as diretrizes metodológicas para elaboração das revisões sistemáticas, para formulação da pergunta e seleção dos estudos, utilizando estratégia do Acrônimo PICO, que representa Paciente, Intervenção, Comparação e Outcomes (desfechos).

Quadro 1

QUADRO 3 – Acrônimo PICO

População	Indivíduos com lesão por pressão
Intervenção	Uso fotobiomodulação/laser de baixa potência
Comparação	Curativos Convencional ou qualquer tratamento
Outcomes	Reparo Tecidual
Time	Tempo de cura (dias, semanas, meses e ano)

4.2.1 TIPOS DE ESTUDOS

Foram incluídos apenas estudos de ensaios clínicos randomizados (ECRS), com desenho paralelo.

4.2.2 TIPOS DE PARTICIPANTES

Foram incluídos adultos acima de 18 anos portador de lesão por pressão, baseado no exame físico, com feridas classificadas com lesões por pressão.

4.2.3 TIPOS DE INTERVENÇÕES

Fotobiomodulação com LED ou Laser em qualquer comprimento de onda.

4.2.4 COMPARADORES / CONTROLES

Placebo, nenhuma intervenção ou diferentes intervenções de controle quando comparadas à fotobiomodulação

4.2.5 DESFECHOS ANALISADOS

Estudos com qualquer tratamento não invasivo, como irrigação com solução salina, anti-inflamatório, antibiótico, terapia fotodinâmica, entre outros, em comparação com o placebo, nenhuma intervenção ou diferentes intervenções foram incluídas. Foram excluídos estudos com tratamentos distintos entre os grupos e estudos com tratamentos invasivos.

4.2.6 DESFECHOS ANALISADOS

Desfechos primários

- Avaliar a dor (medido por escalas validadas, como a Escala Visual Analógica, entre outras);
- Qualidade de vida relacionada à saúde (QrQoL) (medida por questionários válidos);

- Eventos adversos maiores, hospitalização e mortalidade;
- Redução do tamanho da ferida com qualquer instrumento de medida (régua medindo diretamente, fotografia, entre outros.); Resolução da lesão por pressão da no tempo (dias, meses, anos).

4.2.7 DESFECHOS SECUNDÁRIOS

- Quaisquer eventos adversos, a proporção de participantes com pelo menos um evento adverso durante ou tratamento subsequente (por exemplo, alergia)
- Avaliar modificações em marcadores biológicos incluindo citocinas e fatores de crescimento (medido por ensaio ELISA - assay- enzyme-linked immunosorbent assay).
- Aceitabilidade do participante.

4.2.8 ESTRATÉGIA DE BUSCA

Uma busca na literatura foi realizada por meio eletrônico, sendo a última data de busca dia 26 de maio de 2023. Não foram consideradas restrições quanto à data, idioma ou situação de publicação. Estratégias de pesquisa abrangentes e confidenciais foram desenvolvidas nas seguintes bases de dados:

- *Cochrane Central Register of Controlled Trials* (CENTRAL) (via Wiley);
- MEDLINE (via PubMed);
- BVS- via Biblioteca Virtual em Saúde
- BVS) Literatura Latino Americana em Ciências da Saúde e do Caribe - LILACS (via Biblioteca Virtual em Saúde - BVS);
- EMBASE (via Elsevier).
- CINAHL (via Ebscohost)

A escolha dessas bases de dados se deu devido a relevância que apresentam no meio acadêmico e também pela extensão da abrangência. Foram utilizados os

termos de busca “wound” OR “pressure ulcer OR “low intensity laser therapy” OR “laser therapy” OR “photobiomodulation” OR “phototherapy” AND “wound healing”. Além disso, realizamos uma busca por ensaios clínicos em andamento nas seguintes plataformas de registro: Plataforma Internacional de Registro de Ensaios Clínicos da OMS (ICTRP) e *Clinicaltrials.gov*. A literatura cinzenta foi selecionada via DANS Easy. Também realizamos uma busca manual entrando em contato com especialistas de campo, verificando a lista de referências de estudos relevantes incluídos na revisão sistemática e identificando resumos de anais de conferências específicos.

4.2.9 EXTRAÇÃO DOS DADOS

Foi utilizado o software Rayyan (Ouzzani et al., 2016), dois autores, de forma independente, selecionaram títulos e resumos das referências obtidas por nossa estratégia de busca. Codificamos as referências como "potencialmente elegíveis" ou "excluídas" de acordo com nossos critérios de inclusão. Todas as referências "potencialmente elegíveis" foram lidas na íntegra para confirmar que atendiam aos critérios de inclusão. O processo de extração de dados também foi realizado por dois autores independentes utilizando um formulário de extração de dados pré-estabelecido. Caso ocorresse alguma discordância no processo de seleção e extração, um terceiro autor era consultado. Também houve busca manual para reduzir o risco de perda dos artigos.

4.3.0 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE METODOLÓGICA DOS ESTUDOS INCLUÍDOS (RISCO DE VIÉS)

A avaliação do risco de viés foi realizada por dois autores independentes, usando a ferramenta Cochrane Risk of Bias (RoB) (Higgins et al., 2019) que é composta por sete domínios: (1) geração de sequência de randomização; (2) sigilo da alocação; (3) mascaramento de participantes e equipe; (4) mascaramento dos avaliadores dos

desfechos; (5) dados de incompletos dos desfechos; (6) relatórios seletivos de resultados e (7) outras fontes potenciais de viés (por exemplo, desequilíbrios da linha de base). Um terceiro autor foi consultado em caso de discordância. Os julgamentos para cada domínio, para cada estudo, foram classificados em: baixo risco de viés, risco incerto de viés e alto risco de viés.

4.3.1 ANÁLISE DE SUBGRUPOS E DE SENSIBILIDADE

Planejamos realizar uma análise de sensibilidade excluindo quaisquer ensaios com risco de viés classificado como "alto". As análises de subgrupos foram planejadas para (a) diferentes comorbidades e (b) diferentes estágios de lesão por pressão (aguda versus crônica).

4.3.2 AVALIAÇÃO DA CERTEZA DA EVIDÊNCIA

A avaliação da certeza do conjunto da evidência foi avaliada pela abordagem GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation Working Group) (Guyatt et al., 2006). A abordagem GRADE avalia cinco domínios (limitações metodológicas, inconsistência, imprecisão, evidências indiretas e viés de publicação) e classifica a certeza de evidência em: muito baixa, baixa, moderada e alta. O resumo dos achados bem como as razões para o rebaixamento da certeza das evidências foi apresentado. O delineamento do estudo indica muito sobre a qualidade da evidência, mas outros critérios também podem ser considerados quanto à qualidade inicial da evidência (Quadro 01), os fatores que diminuem a qualidade da evidência (Quadro 02) e os fatores que elevam a qualidade da evidência (Quadro 03).

Quadro 1 - Fatores relacionados à qualidade inicial das evidências

Tipo de estudo	Qualidade da evidência inicialmente
Estudos randomizados	Alta qualidade
Estudo observacional	Baixa

Fonte: (SAÚDE/; FIOCRUZ, 2013)

Quadro 2 – Fatores que diminuem a qualidade da evidência.

Tópico	Definição	Pontuação
Limitação Metodológica	<ul style="list-style-type: none"> -Randomização inadequada - Ausência de cegamento -Análise por intenção de tratar -Perdas de seguimento -Interrupção precoce por benefícios 	<ul style="list-style-type: none"> • Não • Sério (-1) • Muito Sério (-2)
Inconsistência	Heterogeneidade entre os estudos, evidenciada preferencialmente pelo teste da porcentagem de inconsistência de Higgs	<ul style="list-style-type: none"> • Não • Sério (-1) • Muito Sério (-2)
Evidência indireta	A questão sendo abordada não é respondida diretamente pelos estudos disponíveis seja por diferenças na população, nas intervenções, comparadores ou nos desfechos.	<ul style="list-style-type: none"> • Não • Sério (-1) • Muito Sério (-2)
Imprecisão	Intervalos de confiança largos, ou seja, há imprecisão quanto ao verdadeiro efeito da intervenção	<ul style="list-style-type: none"> • Não • Sério (-1) • Muito Sério (-2)
Viés de publicação	Tendência de serem publicados estudos com resultados positivos, principalmente no idioma inglês, em revistas indexadas no MEDLINE. Disponibilidade exclusivamente de estudos pequenos é indício de maior risco de viés de publicação.	<ul style="list-style-type: none"> • Improvável • Pouco provável (-1) • Muito provável (-2)

Fonte: (SAÚDE/; FIOCRUZ, 2013)

Quadro 3 - Fatores que elevam a qualidade da evidência.

Tópico	Definição	Pontuação
Grande magnitude do efeito	Quando a magnitude da estimativa de efeito é muito grande fica mais difícil atribuir aos potenciais confundidores todo o efeito observado.	<ul style="list-style-type: none"> • Não • Larga (+1) • Muito Larga (+2)
Os potenciais variáveis de confusão levam a subestimação do efeito	Há situações em que as variáveis de confusão e outros vieses operam no sentido de reduzir a estimativa de efeito.	<ul style="list-style-type: none"> • Não • Reduziu para $RR >> 1$ ou $<< 1$ (...) • Aumentou para $RR \sim 1$ (+1)
Gradiente dose-Resposta	A presença de gradiente dose-resposta aumenta nossa confiança nas estimativas de estudos observacionais.	<ul style="list-style-type: none"> • Não • Sim (+1)

Fonte: (SAÚDE/; FIOCRUZ, 2013).

Para análise dos dados utilizou-se o pacote estatístico SPSS 23.0 (IBM Corporation) para estatística descritiva dos dados. A metanálise foi realizada baseada nos resultados selecionados. A heterogeneidade entre os estudos foi calculada usando as estatísticas I² e a análise adotou o modelo de efeitos fixos no presente estudo. Os resultados foram descritos com o respectivo intervalo de confiança de 95% (IC95%). Os cálculos foram realizados usando o software R (The R Foundation for Statistical Computing, Áustria). Para todas as análises o nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$.

5 RESULTADOS

5.1 RESULTADOS DA BUSCA

Após a busca bibliográfica seguindo o tema e conteúdo definido, foram selecionados os artigos perante os critérios pré-estabelecidos e os dados foram tabulados. A busca inicial levantou 268 artigos, após leitura dos resumos foram selecionados os ensaios clínicos, resultando em 19 trabalhos. Após a leitura na íntegra dos 19 artigos selecionados, foram incluídos na revisão sistemática e metanálise aqueles que atenderam o critério de inclusão de pacientes que apresentaram como terapia para lesão por pressão a fotobiomodulação e um grupo controle. Seguindo tais critérios, 04 ensaios clínicos foram incluídos. Os artigos foram dispostos em uma tabela (Tabela 1), constando os autores, país dos autores, ano de publicação, o número de pacientes que passaram pelo estudo, o tipo de aparelho de laser, a densidade de energia e o tempo de tratamento.

Machado et al (2017) também apontam como dificuldade a variabilidade dos protocolos envolvendo diferentes comprimentos de onda, energia utilizada, bem como a periodicidade de aplicação do laser.

Considerando que o protocolo clínico é essencial para a que o clínico conheça os resultados que serão obtidos com a fotobiomodulação (Bjordal et al. 2003), os estudos incluídos nessa revisão sistemática apresentam-se bastante variados em relação aos parâmetros dosimétricos. Em apenas dois estudos foram observados protocolos e equipamentos similares.(BORTOLI; AL; EM, 2016) e (RUH et al., 2018), utilizaram o mesmo tipo de laser, com mesmo comprimento de onda e aplicação diária. No entanto, a exposição radiante variou entre 4 e 2 J/cm². Essa variação não demonstrou diferença nos resultados observados, pois em ambos a porcentagem de reparo total das lesões ficou próxima a 50%. Ao analisar a periodicidade das aplicações, notou-se que a menor taxa de redução da lesão ocorreu no estudo de (ALCOLEA et al., 2017), em que os autores utilizaram aplicação apenas uma vez por semana. Demonstrando, assim, que o protocolo de aplicação diária se apresenta mais efetivo.

Avaliar a qualidade da evidência, permite que o clínico utilize uma tecnologia com segurança e proporcione cura ou melhora na condição de saúde da população. Com o objetivo de avaliar a qualidade da evidência que apresentam os estudos incluídos nessa pesquisa, analisou-se o risco de viés e a da força da recomendação clínica do uso do laser para lesão pressão. A análise do risco de viés é apresentada na Tabela 2. Considerando o risco de viés, o estudo que apresenta o maior grau de recomendação é o de Tarajad et al. (2013), seguido dos autores Ruh et al. (2017); Bortoli et al. (2016) e Alcolea et al. (2017), respectivamente.

Os resultados obtidos com a análise de risco de viés não significam que a terapia testada e apresentada nos estudo não seja efetiva, pode ter ocorrido apenas omissão de informações metodológicas na publicação do artigo. Porém, não é possível avaliar se é uma falha na redação ou realmente uma falha de delineamento de pesquisa. Novas pesquisa com os parâmetros dosimétricos e protocolos de aplicação podem elucidar a dúvida presente após a análise. Os estudos com grau de qualidade de evidência moderado foram assim atribuídos por conta de randomização e cegamento, não tão bem descritos e assegurados na metodologia. Os artigos incluídos neste estudo passaram por uma avaliação quanto à qualidade da evidência. Desse modo, de acordo com o GRADE (*Grading of Recommendations Assessment, Developing and Evaluation*), podemos observar na Tabela 3, a qualidade da evidência de cada estudo incluído.

Tabela 1. Artigos incluídos na Revisão Sistemática.

Autores	País	Ano	Nº de Pacientes	Tipo de laser	Energia (J/cm ²)	Comprimento de Onda(nm)	Tempo de tratamento com laser	Frequência do Tratamento	Principais resultados
Tarajad et al.	Polônia	2013	75	Gálio-alumínio-arsênio	4,0	940 808 658	1 mês	1 vez ao dia, 5 dias contínuos	O tratamento com o uso da fotobiomodulação com os comprimentos de ondas de 808nm, 940nm e 658nm, evidenciou que o uso de 658nm trouxe resultados clínicos superiores. Após 1 mês de tratamento, 47,05% dos pacientes tratados com a fotobiomodulação, tiveram as lesões completamente reparadas, enquanto o reparo no grupo controle foi de 11,11%.
Del Bortoli et al.	Brasil	2016	5	InGaAlP	4,0	660	10 dias	1 vez ao dia por 10 dias contínuos	Redução foi de 49,7% da área da ferida com uso da fotobiomodulação.
Alcolea et al.	Espanha	2017	18	Er:YAG	3,2	2940	4 meses	16 sessões 1 vez por semana	Redução total de 43% das lesões por pressão com a fotobiomodulação.
Ruh et al.	Brasil e França	2017	8	InGaAlP	2,0	660	12 dias	diariamente	Redução de 50% de redução das lesões por pressão após 7 dias.

Tabela 2. Risco de vieses individual dos quatro estudos selecionados para a revisão sistemática, para cada domínio de avaliação do risco de viés de ensaios clínicos pela ferramenta da colaboração Cochrane.

	Risco de viés						
	Geração da sequência aleatória	Ocultação de alocação	Cegamento de participantes e profissionais	Cegamento de avaliadores de desfechos	Desfechos incompletos (perdas)	Relato seletivo de desfecho	Outros vieses
Tarajad et al.(2013)	BAIXO	INCERTO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO
Bortoli et al.(2016)	ALTO	INCERTO	BAIXO	INCERTO	BAIXO	BAIXO	ALTO
Alcolea et al.(2017)	ALTO	ALTO	BAIXO	BAIXO	INCERTO	BAIXO	ALTO
Ruh et al. (2017)	INCERTO	INCERTO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO

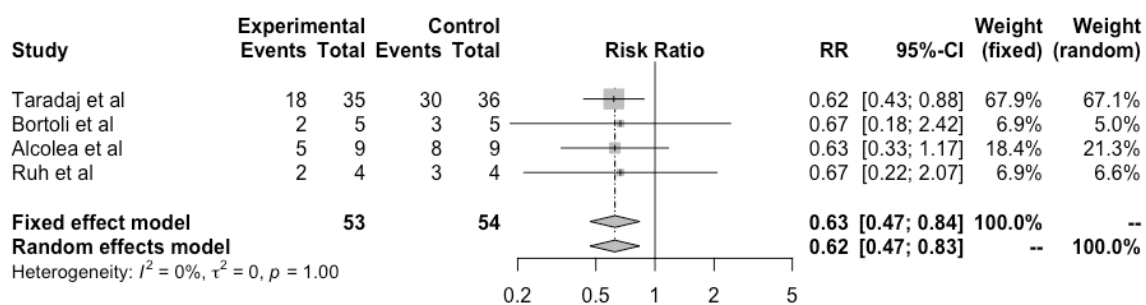
Tabela 3. Avaliação da qualidade da evidência dos estudos.

Estudo/ Autor	Qualidade da Evidência
Effect of Laser Irradiation at Different Wavelengths (940, 808, and 658nm) on Pressure Ulcer Healing: Results from a Clinical Study (Taradaj et al. 2013)	● ● ● ● alta
A efetividade do laser associado a diferentes tipos de curativos na cicatrização de úlceras de pressão. (Bortoli et al. 2016)	● ● ● ○ moderada
Treatment of chronic lower extremity ulcers with a new Er: YAG laser technology (Alcolea et al. 2017)	● ● ● ○ moderada
Laser photobiomodulation in pressure ulcer healing of human diabetic patients: gene expression analysis of inflammatory biochemical markers (Ruh et al. 2017)	● ● ● ○ moderada

Para verificar a efetividade da laserterapia no reparo das lesões por pressão, independente da variabilidade dos parâmetros no protocolo, realizou-se a metanálise, considerando os casos de sucesso nos estudos incluídos na presente revisão sistemática com o desfecho de cicatrização completa global.

Para esta análise considerou-se como medida desfecho a cicatrização completa global. O risco relativo analisa a probabilidade de um evento ocorrer no grupo exposto contra o grupo controle. Nos 4 estudos analisou-se a probabilidade de cicatrização ou não. O *Forest plot* (Figura 5) descreve a metanálise ponderada do risco relativo de não haver a cicatrização global após o tratamento. Observou-se heterogeneidade não significativa entre os estudos ($p = 1.00$) e foi observada diferença estatisticamente significativa entre o grupo tratado com laser e o grupo convencional, o RR total foi de 0,63 (IC95% = 0,47-0,84). A metanálise demonstrou que os grupos tratados com fotobiomodulação apresentaram maior probabilidade de cicatrização global da lesão.

Figura 7 - *Forest plot* com os dados dos estudos da metanálise.



Os resultados da metanálise demonstraram melhor efetividade com uso do laser combinada com curativos, de acordo com os dados dos estudos incluídos, e corroboram com os achados de (MACHADO; VIANA; SBRUZZI, 2017), que descrevem um reparo de 47 % das feridas após 1 mês de laserterapia.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o que foi possível observar neste estudo, podemos dizer que a fotobiomodulação no tratamento de lesão por pressão é um assunto de bastante interesse para pesquisadores brasileiros e estrangeiros. Porém, frente ao número de publicações levantadas e analisadas, vê-se a necessidade de estudos de ensaios clínicos randomizados com delineamentos mais apurados, e além disso que os protocolos com os parâmetros dosimétricos possam estar melhor detalhados e padronizados, a fim de que se obtenha resultados clínicos consistentes e que sejam possível ser reproduzido em futuros estudos de fotobiomodulação garantido a segurança na prática clínica no tratamento de lesão por pressão, assim a fotobiomodulação parece trazer benefício no reparo tecidual. O aparecimento de novas tecnologias de saúde como fármacos (, equipamentos médicos e exames diagnósticos, podem causar impacto nos indicadores clínicos e econômicos. Dessa maneira, a importância de estudos que analisem estes elementos respalda não somente implicações acadêmicas ou políticas, mas sobretudo, implicações para a tomada de decisão na prática clínica.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA-HERNÁNDEZ, C. et al. Is caring for pressure ulcers in the intensive care unit in Spain still a challenge? A qualitative study on nurses' perceptions. *Journal of Tissue Viability*, v. 32, n. 1, p. 114–119, 1 Feb. 2023.
- ALCOLEA, J. M. et al. Treatment of chronic lower extremity ulcers with a new ER:YAG laser technology. *Laser Therapy*, v. 26, n. 3, p. 211–222, 2017.
- BORTOLI, D.; AL, P.; EM, R. Artigos a Efetividade Do Laser Associado a Diferentes Tipos. p. 45–58, 2016.
- ALBUQUERQUE, R. DE F. A. DE et al. Lesão por Pressão: uma revisão da prática clínica ao processo de ensino e aprendizagem na graduação de enfermagem. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 9, p. e29611931944, 2022.
- ANDRADE, C. C. D. et al. Custos do tratamento tópico de pacientes com úlcera por pressão. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, v. 50, n. 2, p. 295–301, 2016.
- ANDRADE, F. DO S. DA S. D.; CLARK, R. M. DE O.; FERREIRA, M. L. Efeitos da laserterapia de baixa potência na cicatrização de feridas cutâneas. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, v. 41, n. 2, p. 129–133, 2014a.
- ANDRADE, F. DO S. DA S. D.; CLARK, R. M. DE O.; FERREIRA, M. L. Efeitos da laserterapia de baixa potência na cicatrização de feridas cutâneas. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, 2014b.
- ANDRADE, F. DO S. DA S. D.; CLARK, R. M. DE O.; FERREIRA, M. L. Efeitos da laserterapia de baixa potência na cicatrização de feridas cutâneas. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, v. 41, n. 2, p. 129–133, 2014c.
- AVCI, P. et al. Low-level laser (light) therapy (LLLT) in skin: stimulating, healing, restoring. *Seminars in cutaneous medicine and surgery*, v. 32, n. 1, p. 41, 1 mar. 2013.
- BACELETE, V. S. B.; GAMA, A. C. C. Therapeutic effects of photobiomodulation in the speech-language-hearing clinic: an integrative literature review. *Revista CEFAC*, v. 23, n. 1, p. 1–14, 2021a.
- BACELETE, V. S. B.; GAMA, A. C. C. Therapeutic effects of photobiomodulation in the speech-language-hearing clinic: an integrative literature review. *Revista CEFAC*, v. 23, n. 1, p. 1–14, 2021b.
- BARON, J. M.; GLATZ, M.; PROKSCH, E. Optimal Support of Wound Healing: New Insights. *Dermatology*, 2020.
- BORGHARDT, A. T. et al. Pressure ulcers in critically ill patients: incidence and associated factors. *Revista brasileira de enfermagem*, v. 69, n. 3, p. 460–467, 2016a.
- BORGHARDT, A. T. et al. Úlcera por pressão em pacientes críticos: incidência e fatores associados. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 69, n. 3, p. 460–467, 2016b.
- BORTOLI, D.; AL, P.; EM, R. Artigos a Efetividade Do Laser Associado a Diferentes Tipos. p. 45–58, 2016

CALIRI MARIA HELENA LARCHER, ORG. Guia para prevenção de úlcera de pressão ou escara: orientação para pacientes adultos e famílias. EERP, , 2000.

CHIT, A. et al. Cost-effectiveness of high-dose versus standard-dose inactivated influenza vaccine in adults aged 65 years and older: an economic evaluation of data from a randomised controlled trial. *The Lancet Infectious Diseases*, v. 15, n. 12, p. 1459–1466, 1 dez. 2015.

CORTEZ, D. N. et al. Costs of treating skin lesions in Primary Health Care. *Estima – Brazilian Journal of Enterostomal Therapy*, v. 17, 2019.

COSTA, A. M. et al. Custos do tratamento de úlceras por pressão em unidade de cuidados prolongados em uma instituição hospitalar de Minas Gerais. *Enfermagem Revista*, v. 18, n. 1, 2015.

CRUZ, M. D. S. F. O.; SANITÁRIA, A. N. D. V. Documento de referência para o Programa Nacional de Documento de referência para o Programa Nacional. Brasília, D.F: Ministério da Saúde, 2014.

DE ARAÚJO, T. M.; DE ARAÚJO, M. F. M.; CAETANO, J. Á. Comparação de escalas de avaliação de risco para úlcera por pressão em pacientes em estado crítico. *ACTA Paulista de Enfermagem*, v. 24, n. 5, p. 695–700, 2011.

DE JESUS, M. A. P. et al. Incidence of pressure injury in hospitalized patients and associated risk factors. *Revista Baiana de Enfermagem*, v. 34, p. 1–11, 2020.

DIXIT, S. et al. Closure of chronic non healing ankle ulcer with low level laser therapy in a patient presenting with thalassemia intermedia: Case report. *Indian Journal of Plastic Surgery*, v. 47, n. 3, p. 432–435, 2014.

EDSBERG, L. E. et al. Revised National Pressure Ulcer Advisory Panel Pressure Injury Staging System. *Journal of Wound, Ostomy and Continence Nursing*, v. 43, n. 6, p. 585–597, 28 Nov. 2016.

FERREIRA, A. G. A. Utilização do Laser de Baixa Intensidade no Processo de Cicatrização Tecidual. [s.l: s.n.].

FIGUEIRA, T. N. et al. Produtos e tecnologias para o tratamento de pacientes com lesões por pressão baseadas em evidências. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 74, n. 5, p. 1–12, 2021.

FRANÇA, A. P. F. DE M. et al. Conhecimento de enfermeiros sobre o manejo de lesões por pressão em unidade de terapia intensiva. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, v. 11, n. 8, p. e576, 2019.

FREITAS, LUCAS, F.; HAMBLIN, M. R. HHS Public. Access. *Physiology & behavior*, v. 176, n. 12, p. 139–148, 2017a.

FREITAS, LUCAS, F.; HAMBLIN, M. R. HHS Public Access. *Physiology & behavior*, v. 176, n. 12, p. 139–148, 2017b.

GUSHIKEN, L. F. S. et al. Cutaneous wound healing: An update from physiopathology to current therapies. *Life*, v. 11, n. 7, p. 1–15, 2021a.

GUSHIKEN, L. F. S. et al. Cutaneous wound healing: An update from physiopathology to current therapies. *Life*, v. 11, n. 7, p. 1–15, 2021b.

HASHMI, J. T. et al. Role of low-level laser therapy in neurorehabilitation. *PM and R*, v. 2, n. 12 SUPPL, p. S292, 20 Dez. 2010.

IRYANOV, Y. M. Influence of laser irradiation low intensity on reparative osteogenesis and angiogenesis under transosseous osteosynthesis. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, v. 7, n. 3, p. 134–138, 2016a.

IRYANOV, Y. M. Influence of laser irradiation low intensity on reparative osteogenesis and angiogenesis under transosseous osteosynthesis. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, 2016b.

JANA NETO, F. C. et al. Effects of multiwavelength photobiomodulation for the treatment of traumatic soft tissue injuries associated with bone fractures: A double-blind, randomized controlled clinical trial. *Journal of Biophotonics*, v. 16, n. 5, p. e202200299, 1 maio 2023.

KOTTNER, J. et al. Prevention and treatment of pressure ulcers/injuries: The protocol for the second update of the international Clinical Practice Guideline 2019. *Journal of tissue viability*, v. 28, n. 2, p. 51–58, 1 maio 2019.

LIMA, R. V. K. S.; COLTRO, P. S.; JÚNIOR, J. A. F. Negative pressure therapy for the treatment of complex wounds. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgias*, v. 44, n. 1, p. 81–93, 1 jan. 2017.

MACHADO, R. S.; VIANA, S.; SBRUZZI, G. Low-level laser therapy in the treatment of pressure ulcers: systematic review. ***Lasers in Medical Science***, v. 32, n. 4, p. 937–944, maio 2017.

NONG, Y.; SIVESIND, T.; DELLAVALLE, R. P. From the Cochrane Library: Foam Surfaces for Preventing Pressure Ulcers. *JMIR Dermatology*, v. 6, 2023.

NPIAP. Resources - National Pressure Ulcer Advisory Panel. Disponível em: <<https://npiap.com/page/resources>>. Acesso em: 9 jun. 2023.

NPIAP. Guidelines - National Pressure Ulcer Advisory Panel. Disponível em: <<https://npiap.com/page/Guidelines>>. Acesso em: 9 jun. 2023.

OLIVEIRA, V. C.; CONSTANTE, S. A. R. Lesão por pressão: uma revisão de literatura. *Psicologia e Saúde em Debate*, v. 4, n. 2, p. 95–114, 25 jul. 2018.

PADULA, W. V.; DELARMENTE, B. A. The national cost of hospital-acquired pressure injuries in the United States. *International Wound Journal*, v. 16, n. 3, p. 634–640, 2019.

PAULA ADAMCZYK, S. et al. Métodos utilizados pela enfermagem na identificação da lesão por pressão: uma revisão sistemática da literatura. *Methods used by nursing in the identification of pressure ulcer: a systematic review of literature*. [s.l.: s.n.].

PEPLOW, P. V.; CHUNG, T. Y.; BAXTER, G. D. Laser photostimulation (660nm) of wound healing in diabetic mice is not brought about by ameliorating diabetes. *Lasers in Surgery and Medicine*, v. 44, n. 1, p. 26–29, jan. 2012.

PETZ, F. DE F. C. et al. Effect of Photobiomodulation on Repairing Pressure Ulcers in Adult and Elderly Patients: A Systematic Review. *Photochemistry and Photobiology*, v. 96, n. 1, p. 191–199, 2020.

REDDY, M. Pressure ulcers: treatment. *BMJ Clinical Evidence*, v. 2015, dez. 2015.

RODRIGUES, M. et al. Wound healing: A cellular perspective. *Physiological Reviews*, v. 99, n. 1, 2019.

RUH, A. C. et al. Laser photobiomodulation in pressure ulcer healing of human diabetic patients: gene expression analysis of inflammatory biochemical markers. *Lasers in Medical Science*, v. 33, n. 1, p. 165–171, 2018.

SALGADO, L. P. et al. Escalas preditivas utilizadas por enfermeiros na prevenção de lesão por pressão. *Revista Saber Digital*, v. 11, n. 1, p. 18–35, 20 jun. 2018.

SALTMARCHE, A. E. Low level laser therapy for healing acute and chronic wounds - The extendicare experience. *International Wound Journal*, v. 5, n. 2, p. 351–360, 2008.

SAÚDE/, M. DA; FIOCRUZ, A. Ministério da saúde anexo 02: protocolo para prevenção de úlcera por pressão. p. 20, 2013.

SECRETARIA DE SAÚDE. Guia rápido de prevenção e tratamento de lesão por pressão - Segurança do paciente. v. 1, p. 0–30, 2020.

SILVA, D, F, T.; GUEDES, G. H. Bifotônica conceitos e aplicações. [s.l: s.n.].

SIOTOS, C. et al. Burden of Pressure Injuries: Findings from the Global Burden of Disease Study. *Eplasty*, v. 22, 2022.

TARADAJ, J. et al. Effect of laser irradiation at different wavelengths (940, 808, and 658 nm) on pressure ulcer healing: Results from a clinical study. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, v. 2013, 2013.

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*, v. 15, n. 11, p. 1105–1112, 2018.

TEIXEIRA, A. DE O. et al. Fatores associados à incidência de lesão por pressão em pacientes críticos: estudo de coorte. *Revista Brasileira de Enfermagem*, v. 75, n. 6, p. e20210267, 2022.

THOMÉ LIMA, A. M. C. et al. Photobiomodulation by dual-wavelength low-power laser effects on infected pressure ulcers. *Lasers in Medical Science*, v. 35, n. 3, p. 651–660, 2020.

VASCONCELOS, J. DE M. B.; CALIRI, M. H. L. Nursing actions before and after a protocol for preventing pressure injury in intensive care. *Escola Anna Nery - Revista de Enfermagem*, v. 21, n. 1, p. 1–9, 2017.

VIGILÂNCIA, G. DE; GVIMS, D. S. Práticas de Segurança do Paciente em Serviços de Saúde : Prevenção de Lesão por Pressão. v. 2023, p. 1–30, 2023.

WHITE, R. et al. Pressure ulcers, negligence and litigation. *Wounds UK*, v. 11, n. 1, p. 8–14, 2015.

ZHAO, R. et al. Inflammation in chronic wounds. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 17, n. 12, p. 2085, 2016.