



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E TECNOLOGIA NO ESPAÇO  
HOSPITALAR – MESTRADO PROFISSIONAL (PPGSTEH)

THAIZ SOUZA GRANEIRO

*Protótipo de protocolo de laser de baixa intensidade no tratamento  
de lesões por pressão e úlceras diabéticas para enfermeiros*

Rio de Janeiro

2022

THAIZ SOUZA GRANEIRO

***Protótipo de protocolo de laser de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas para enfermeiros***

Relatório final apresentado à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Tecnologia no Espaço Hospitalar (PPGSTEH) – Mestrado Profissional da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, para a obtenção do título de Mestre em Saúde e Tecnologia no Espaço Hospitalar.

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cristiane Rodrigues da Rocha.

Rio de Janeiro

2022

Catálogo informatizada pelo(a) autor(a)

S756 Souza Graneiro, Thaiz  
Protótipo de protocolo de laser de baixa  
intensidade no tratamento de lesões por pressão e  
úlceras diabéticas para enfermeiros / Thaiz Souza  
Graneiro. -- Rio de Janeiro, 2022.  
115

Orientadora: Cristiane Rodrigues da Rocha.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do  
Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação  
em Saúde e Tecnologia no Espaço Hospitalar, 2022.

1. Terapia com luz de baixa intensidade. 2.  
Lesão por pressão. 3. Cicatrização. 4. Pé diabético.  
5. Protocolos clínicos. I. Rodrigues da Rocha,  
Cristiane, orient. II. Título.

*Protótipo de protocolo de laser de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas para enfermeiros*

**THAIZ SOUZA GRANEIRO**

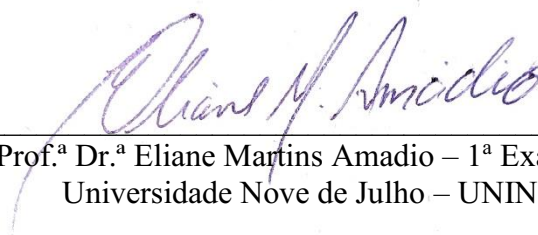
**APRESENTADO EM: 03.08.2022**

**BANCA EXAMINADORA:**



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cristiane Rodrigues da Rocha (Orientadora)  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO



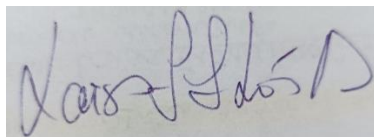
---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eliane Martins Amadio – 1<sup>a</sup> Examinadora  
Universidade Nove de Julho – UNINOVE



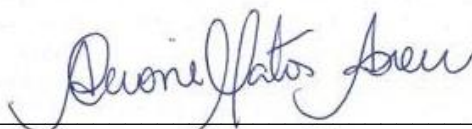
---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sônia Regina de Souza – 2<sup>a</sup> Examinadora  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Laisa Figueiredo F. Lós de Alcântara (Suplente Externa)  
Universidade Federal Fluminense



---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Alcione Mátos Abreu – Suplente da 2<sup>a</sup> Examinadora  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO

## **DEDICATÓRIA**

A todos os meus familiares e amigos que me encorajaram a persistir apesar das adversidades.

A todos que acreditaram em mim, me incentivaram e colaboraram de alguma forma para que este sonho antigo se tornasse realidade.

E, finalmente, ao Peter e Stark, meus companheiros das madrugadas.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por sua infinita misericórdia, bondade, paciência e prontidão ao receber meus apelos e acalmar meu coração.

Aos meus pais, em especial à minha mãe, que, mesmo doente durante esta minha trajetória, não deixou de me incentivar e estimular, nem que fosse com seu olhar de admiração.

Aos meus amigos, em especial à Evelyn Morais, que acreditou em mim e no meu projeto e me estimulou e ajudou a participar do processo seletivo para o mestrado profissional.

À minha filha, Maria Eduarda, pela paciência e compreensão em relação às minhas constantes ausências.

Ao meu esposo, Ronaldo Braga, pela paciência e ajuda quando me dava vontade de chorar na frente do computador. Pelo companheirismo e parceria infinita.

À minha querida turma do mestrado PPGSTEH. Nunca nos conhecemos pessoalmente, mas essa turma especial formou uma incrível rede de apoio, incentivo, ajuda e muita risada regada ao desespero. Ninguém soltou a mão de ninguém.

À minha orientadora, Cristiane Rodrigues, por todo carinho, cuidado, paciência, atenção, disponibilidade e conhecimento a mim dirigidos. A pandemia nos fez aprender sobre orientação virtual, mas isso nunca nos tornou distantes.

À querida Eliane Amadio, através de quem conheci o *laser* de baixa intensidade e me apaixonei pelos seus mecanismos e efeitos. Sua didática e amor palpável pela “luz” foram “contagiantes” para que eu desejasse trilhar esse mesmo caminho.

Aos profissionais do Hospital Federal do Andaraí, em especial, aos colegas do CTI COVID, que me ajudaram a seguir com carinho, estímulo e compreensão.

Por fim, a todos os pacientes portadores de lesões que eu tive o privilégio e a honra de cuidar.

## RESUMO

**Introdução:** O *laser* de baixa intensidade (LBI) tem se mostrado uma alternativa eficaz e de baixo custo no tratamento de feridas crônicas, em especial lesões por pressão e úlceras diabéticas. O enfermeiro capacitado pode recorrer a essa tecnologia no tratamento das diversas lesões de pele. Faz-se necessário, no entanto, o desenvolvimento de protocolos para utilização dessa tecnologia, principalmente no que se refere a parâmetros relacionados à dosimetria. **Objetivos:** O objetivo desta pesquisa foi desenvolver um protótipo de protocolo de LBI no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas para enfermeiros capacitados no uso dessa tecnologia. **Materiais e método:** Estudo metodológico envolvendo revisão integrativa de literatura nas bases de dados Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e Base de Dados de Enfermagem (BDENF), pela Biblioteca Virtual em Saúde (BVS); *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE) através da PubMed; *Web of Science*; *Cumulative Index of Nursing and Allied Health* (CINAHL) e EMBASE, com a utilização do filtro de busca temporal de 2016 a 2022. Os dados obtidos na revisão contribuíram para a elaboração do protótipo de protocolo. **Resultados:** Foram analisados 14 estudos que levaram à criação de duas categorias distintas para avaliação dos parâmetros de LBI utilizados nas lesões por pressão e úlceras diabéticas. O protótipo do protocolo foi construído e estruturado com base em três domínios de ações – Antes do procedimento (10 ações): Explicar o procedimento ao paciente/familiar; Preencher Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e solicitar assinatura do paciente/familiar; Certificar-se da inexistência de contraindicações; Reunir o material necessário; Realizar higienização das mãos e usar equipamento de proteção individual adequado; Dispor todo material sobre uma mesa ou bancada limpa e lisa; Proteger a ponteira do *laser* com plástico filme transparente; Utilizar biombos ou cortinas e placa de sinalização de uso de *laser* para garantir que o local esteja protegido contra a exposição de outras pessoas; Posicionar o paciente da maneira mais confortável possível para a realização do procedimento; Oferecer ao paciente e usar óculos de proteção. Durante o procedimento (9 ações): Retirar o curativo do paciente; Avaliar características da ferida; Realizar limpeza da ferida com solução salina e polyhexametileno biguanida (PHMB) conforme protocolo da instituição; Realizar medição da ferida (comprimento e largura) e registro fotográfico; A aplicação deverá ser feita de modo pontual, por emissão contínua em contato com a ferida (ponteira protegida com filme transparente). A caneta deverá ser posicionada formando um ângulo de 90 graus com o leito da lesão e a distância entre os pontos deverá ser de 1

centímetro; Irradiar primeiramente a área perilesional e as bordas e, por último, o leito da ferida; Aplicar terapia LBI a partir dos seguintes parâmetros: comprimento de onda: 658 – 660 nm, espectro de luz vermelha; potência: conforme disponibilidade do aparelho, podendo variar de 30 mW a 100 mW; iniciar com densidade de energia de 2 joules (J)/cm<sup>2</sup>, podendo chegar no máximo a 6 J/cm<sup>2</sup>; o tempo de exposição vai variar de acordo com a área da lesão e a energia aplicada; Realizar a aplicação 2 ou 3 vezes na semana; Certificar-se de que o paciente está bem, sem queixas relacionadas ao procedimento. Após o procedimento (10 ações): Retirar óculos de proteção; Calçar luva estéril; Utilizar cobertura específica para a ferida em tratamento; Proteger a pele perilesional com creme/*spray* barreira; Posicionar o paciente de maneira confortável; Retirar luva estéril e calçar luva de procedimento; Retirar o filme transparente do aparelho e higienizá-lo conforme orientação do fabricante; Retirar luva de procedimento; Realizar higienização dos óculos de proteção com água e sabão; Registrar no prontuário todas as informações relacionadas ao procedimento e eventuais queixas dos pacientes. **Conclusão:** Todos os estudos analisados encontraram desfecho positivo com uso de LBI no tratamento de lesões por pressão ou úlceras diabéticas, sem efeitos colaterais descritos. A maioria dos estudos analisados recomenda comprimento de onda na faixa do vermelho (658 nm – 660 nm). Houve grande discrepância nos achados relacionados à densidade de energia e potência do *laser*, porém a maior parte dos trabalhos apresentou uma janela de 3J/cm<sup>2</sup> a 6J/cm<sup>2</sup> de densidade de energia e potência de 30 mW a 100 mW. A frequência de aplicação também variou bastante. A discrepância nos resultados encontrados não viabilizou a construção de um protocolo, tendo sido elaborado um protótipo. **Aplicabilidade e impacto:** Espera-se com este trabalho fornecer subsídios para realização de um estudo de validação a fim de que um protocolo de LBI no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas possa ser aplicado por todos os enfermeiros capacitados em LBI, com o intuito de acelerar a cicatrização dessas lesões e melhorar a qualidade de vida dos usuários do hospital.

**Palavras-chave:** Terapia com luz de baixa intensidade. Lesão por pressão. Cicatrização. Pé diabético. Protocolos clínicos.



## ABSTRACT

**Introduction:** Low-intensity laser (LLLT) has proven to be an effective and low-cost alternative for the treatment of chronic wounds, especially pressure sores and diabetic ulcers. Trained nurses can use this technology to treat different skin lesions. It is necessary, however, to develop protocols to use this technology, especially with regard to parameters related to dosimetry. **Objectives:** the objective of this research was to develop a prototype LLLT protocol in the treatment of pressure injuries and diabetic ulcers for nurses trained in the use of this technology. **Materials and method:** methodological study involving an integrative literature review in the Latin American and Caribbean Literature in Health Sciences (LILACS) and Nursing Database (BDENF) databases, through the Virtual Health Library (BVS); Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MEDLINE) through PubMed; Web of Science; Cumulative Index of Nursing and Allied Health (CINAHL) and EMBASE, using the temporal search filter from 2016 to 2022. The data obtained in the review contributed to the elaboration of the protocol prototype. **Results:** 14 studies were analyzed, which led to the creation of two distinct categories for evaluating the LLLT parameters used in pressure ulcers and diabetic ulcers. The protocol prototype was built and structured based on three domains of actions – Before the procedure (10 actions): Explain the procedure to the patient/relative; Complete the Free and Informed Consent Form (TCLE) and request the signature of the patient/family member; Make sure there are no contraindications; Gather the necessary material; Perform hand hygiene and use appropriate personal protective equipment; Arrange all material on a clean and smooth table or bench; Protect the laser pointer with transparent plastic film; Use screens or curtains and laser signage to ensure that the location is protected from exposure to other people; Position the patient in the most comfortable way possible to perform the procedure; Offer to the patient and wear goggles. During the procedure (9 actions): Remove the dressing from the patient; Evaluate wound characteristics; Clean the wound with saline solution and polyhexamethylene biguanide (PHMB) according to the institution's protocol; Measure the wound (length and width) and photograph it; The application should be done punctually, by continuous emission in contact with the wound (tip protected with a transparent film). The pen should be positioned forming a 90 degree angle with the wound bed and the distance between the points should be 1 centimeter; Irradiate the perilesional area and edges first, and the wound bed last; Apply LLLT therapy from the following parameters: wavelength: 658 – 660 nm, red light spectrum; power: depending on device availability, ranging from 30 mW to 100 mW; start with an

energy density of 2 J/cm<sup>2</sup>, reaching a maximum of 6 J/cm<sup>2</sup>; the exposure time will vary according to the area of injury and the applied energy; Perform the application 2 or 3 times a week; Make sure the patient is well, with no complaints related to the procedure. After the procedure (10 actions): Remove protective glasses; Put on sterile gloves; Use specific coverage for the wound being treated; Protect perilesional skin with barrier cream/spray; Position the patient comfortably; Remove sterile gloves and put on procedure gloves; Remove the transparent film from the device and clean it according to the manufacturer's instructions; Remove procedure glove; Clean the goggles with soap and water; Record in the medical record all information related to the procedure and any patient complaints. **Conclusion:** all analyzed studies found a positive outcome with the use of LLLT in the treatment of pressure ulcers or diabetic ulcers, with no reported side effects. Most of the analyzed studies recommend wavelengths in the red range (658 nm – 660 nm). There was a great discrepancy in the findings related to energy density and laser power, but most of the studies presented a window of 3J/cm<sup>2</sup> to 6J/cm<sup>2</sup> of energy density and power of 30 mW to 100 mW. The frequency of application also varied greatly. The discrepancy in the results found did not allow the construction of a protocol, and a prototype was created. **Applicability and impact:** this work is expected to provide subsidies for carrying out a validation study so that an LLLT protocol in the treatment of pressure injuries and diabetic ulcers can be applied by all nurses trained in LLLT in order to accelerate the healing of these injuries and improve the quality of life of hospital users.

**Keywords:** Low intensity light therapy. Pressure injury. Healing. Diabetic foot. Clinical protocols.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Quadro 1.</b>	Padrões de diagnósticos de enfermagem aplicados à assistência de enfermagem para pessoas com lesões cutâneas	33
<b>Figura 1.</b>	Espectro visível e comprimento de onda	38
<b>Figura 2.</b>	Mecanismos celulares e moleculares de ação da fotobiomodulação	42
<b>Quadro 2.</b>	Estratégias de busca, respectivas bases e seus resultados	50
<b>Figura 3.</b>	Fluxograma de estratégia de busca	51
<b>Quadro 3.</b>	Quadro sinóptico para análise dos artigos	115

### PRODUTO 01

<b>Quadro 1.</b>	Estratégia de busca	59
<b>Figura 1.</b>	Fluxograma estratégia de busca	60
<b>Quadro 2.</b>	Síntese dos artigos inclusos na revisão integrativa	61

### PRODUTO 02

<b>Figura 1.</b>	Fluxograma de estratégia de busca	79
<b>Figura 2.</b>	Fluxograma para elegibilidade ao tratamento com <i>laser</i> de baixa intensidade	81
<b>Quadro 1.</b>	Protótipo de protocolo de <i>laser</i> de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas. Rio de Janeiro (RJ), Brasil.	83

### PRODUTO 03 – Protótipo de Protocolo

<b>Quadro 1.</b>	Protótipo de protocolo de <i>laser</i> de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas para enfermeiros. Rio de Janeiro (RJ), Brasil.	93
------------------	---	----

### PRODUTO 04 – Fluxo de Elegibilidade

<b>Figura 1.</b>	Fluxograma para elegibilidade ao tratamento com <i>laser</i> de baixa intensidade	98
------------------	---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGE	Ácidos Graxos Essenciais
AP-1	Ativando a Proteína-1
ATP	Trifosfato de Adenosina
BDENF	Base de Dados de Enfermagem
BVS	Biblioteca Virtual em Saúde
Ca <sup>2+</sup>	Cálcio
cAMP	Monofosfato Cíclico de Adenosina
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCO	Citocromo c oxidase
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CINAHL	<i>Cumulative Index of Nursing and Allied Health</i>
CIPE	Classificação Internacional para a Prática de Enfermagem
Cofen	Conselho Federal de Enfermagem
CONEP	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
CONITEC	Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias no SUS
Coren-SP	Conselho Regional de Enfermagem de São Paulo
CTI Covid	Centro de Tratamento Intensivo para Pacientes com Coronavírus
CW	<i>Continuos Wave</i>
DAP	Doença Arterial Periférica
DCV	Doenças Cardiovasculares
DeCS	Descritores em Ciência da Saúde
DFU	Úlcera do Pé Diabético
DM	<i>Diabetes mellitus</i>
DM2	<i>Diabetes mellitus tipo 2</i>
DNA	Ácido Desoxirribonucleico

ECM	Deposição de Matriz Extracelular
FBM	Fotobiomodulação
GaAs	<i>Gallium Arsenide</i>
HAM	Membrana Amniótica Humana
HeNe	<i>Helium-Neon</i>
Hz	Hertz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFD	Federação Internacional de Diabetes
IL	Interleucina
IR	Infravermelho
J	Joules
JBI	<i>Joanna Briggs Institute</i>
kHz	Quilo-hertz
<i>Laser</i>	<i>Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation</i>
LBI	<i>Laser</i> de Baixa Intensidade
LED	Diodos Emissores de Luz
LILACS	Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde
LLLT	<i>Low Level Light Therapy</i>
MEC	Matriz Extracelular
MEDLINE	<i>Medical Literature Analysis and Retrieval System Online</i>
MeSH	<i>Medical Subject Headings</i>
Moth	<i>Models or Theories</i>
mRNA	Ácido Ribonucleico mensageiro
mW	Miliwatts
NANDA-I	<i>NANDA International</i>
NF-kB	Fator Nuclear-kB

NIC	Classificação de Intervenções de Enfermagem
NIR	Infravermelho Próximo
nm	Nanômetro
NO	Óxido Nítrico
NOC	Classificação de Resultados de Enfermagem
ns	Nanosegundos
OMS	Organização Mundial da Saúde
PBE	Prática Baseada em Evidências
PBM	<i>Photobiomodulation</i>
PHMB	Polyhexametileno Biguanida
PKD	Proteína Quinase D
PPGSTEH	Programa de Pós-Graduação em Saúde e Tecnologia no Espaço Hospitalar
PUSH	<i>Pressure Ulcer Scale For Healing</i>
RNA	Ácido Ribonucleico
ROS	Espécie Reativa de Oxigênio
SAE	Sistematização da Assistência de Enfermagem
SAEF	<i>Spatial Average Energy Fluence</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TGF- $\beta$	Fator de Crescimento Transformador Beta
TLBI	Terapia a <i>Laser</i> de Baixa Intensidade
TNF- $\alpha$	Fator de Necrose Tumoral Alfa
UNIRIO	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
UPO	Unidade Pós-Operatória
UTI	Unidade de Tratamento Intensiva
UV	Ultravioleta

VAS	<i>Visual Analog Scale</i>
VEGF	Fator de Crescimento Endotelial Vascular
W	Watts

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>16</b>
<b>1.1</b>	<b>Vivência profissional</b>	<b>16</b>
<b>1.2</b>	<b>Contextualização e problematização</b>	<b>18</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos</b>	<b>22</b>
1.3.1	Geral	22
1.3.2	Específicos	22
<b>1.4</b>	<b>Justificativa</b>	<b>22</b>
<b>1.5</b>	<b>Intervenção</b>	<b>24</b>
<b>2.</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>25</b>
<b>2.1</b>	<b>Pele e anexos</b>	<b>25</b>
<b>2.2</b>	<b>Feridas crônicas</b>	<b>26</b>
<b>2.3</b>	<b>O papel do enfermeiro no atendimento ao portador de ferida crônica</b>	<b>29</b>
2.3.1	Aspectos éticos e legais	30
2.3.2	O Processo de Enfermagem	31
<b>2.4</b>	<b><i>Laser de baixa intensidade</i></b>	<b>36</b>
2.4.1	Dosimetria	39
2.4.2	Teoria do Mecanismo de Ação	41
2.4.3	Limitações para terapia com fotobiomodulação	43
<b>2.5</b>	<b>Prática baseada em evidências na construção de protocolos institucionais</b>	<b>43</b>
<b>3.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODO</b>	<b>45</b>
<b>3.1</b>	<b>Desenvolvimento metodológico para a construção do protótipo do protocolo</b>	<b>45</b>
<b>3.2</b>	<b>Delineamento e etapas da revisão integrativa</b>	<b>46</b>
3.2.1	Primeira etapa: identificação do tema e seleção da hipótese ou questão de pesquisa para elaboração da revisão integrativa	46
3.2.2	Segunda etapa: estabelecimento dos critérios para inclusão e exclusão de estudos/amostragem ou busca na literatura	47
3.2.3	Terceira etapa: definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados/categorização dos estudos	48
3.2.4	Quarta etapa: avaliação dos estudos incluídos na revisão integrativa	51
3.2.5	Quinta etapa: interpretação dos resultados	52
3.2.6	Sexta etapa: apresentação da revisão/síntese do conhecimento	53
<b>3.3</b>	<b>Aspectos éticos</b>	<b>54</b>



<b>3.4</b>	<b>Produtos da pesquisa</b>	<b>54</b>
<b>4.</b>	<b>APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>55</b>
<b>4.1</b>	<b>Produto 01 – Artigo</b>	<b>55</b>
<b>4.2</b>	<b>Produto 02 – Artigo</b>	<b>76</b>
<b>4.3</b>	<b>Produto 03 – Produção Técnica</b>	<b>89</b>
4.3.1	Produto 03. Produção Técnica	90
<b>4.4</b>	<b>Produto 04 – Produção Técnica</b>	<b>96</b>
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>99</b>
<b>6.</b>	<b>PERSPECTIVAS FUTURAS</b>	<b>101</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>102</b>
	<b>APÊNDICE 1 – INSTRUMENTO PARA COLETA DE DADOS</b>	<b>113</b>
	<b>APÊNDICE 2 – QUADRO SINÓPTICO PARA ANÁLISE DOS ARTIGOS</b>	<b>115</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Vivência profissional

Desde minha formação, em 2003, atuo em Unidades de Terapia Intensiva (UTI). No início, fiz parte da equipe de uma UTI pós-operatório de cirurgia cardíaca de um hospital particular no município do Rio de Janeiro. Lá tive meu primeiro contato com feridas operatórias e drenos e os cuidados relacionados a esse contexto.

Em 2007, comecei a atuar como enfermeira plantonista concursada em uma UTI geral de um hospital público no município de Macaé. Nesse cenário, deparei-me com os mais diversos tipos de lesão de pele: lesões por pressão, feridas cirúrgicas, traumáticas, venosas, arteriais, dentre outras. A demanda era enorme e pude vivenciar as dificuldades enfrentadas pelos profissionais da unidade: ausência de protocolos, falta de insumos, dificuldade na escolha da cobertura ideal e disponível, desconhecimento acerca do manejo das feridas. Assim, comecei a me interessar pelo processo de cicatrização e em como poderia contribuir para amenizar o sofrimento dos usuários, principalmente no que se refere às lesões por pressão, já que é o tipo de lesão mais comum na UTI. Fui plantonista deste setor até abril de 2018.

Em 2013, entrei para o quadro de enfermeiras plantonistas da Unidade Córdio Intensiva de um hospital federal no município do Rio de Janeiro e voltei a trabalhar diretamente com pacientes com feridas operatórias e drenos, que hora ou outra evoluíam para alguma complicação, como as deiscências de sutura. Antes disso, tinha passado alguns anos na enfermagem de cirurgia geral e proctologia do mesmo hospital, onde sou enfermeira concursada desde 2009. Lá vivenciei na prática o sofrimento dos pacientes com estomas, complicações relacionadas às cirurgias abdominais que evoluíam para peritonite, feridas infectadas, síndrome de Fournier, dentre outras. Mais uma vez me deparei com o desconhecimento e o despreparo da equipe com relação ao manejo dessas feridas, bem como a falta de insumos e de protocolos de atendimento.

Com o avanço da pandemia da covid-19, a Unidade Córdio Intensiva teve suas atividades encerradas. Assim, de fevereiro de 2020 a outubro de 2021 estive alocada na UTI Covid. Nesse setor, além das lesões por pressão em região sacra, calcâneo e região trocateriana, tão comuns na terapia intensiva, tive contato com lesões até então inusitadas na minha experiência como intensivista: lesões por adesivo causadas por fixadores de tubo orotraqueal e sonda enteral, lesões de língua e lábios causadas pelo tubo orotraqueal e lesões

fúngicas em axilas. Não sabemos ao certo por que os pacientes desenvolvem tais lesões, já que os dispositivos são de uso comum em UTI, mas, na minha prática, nunca havia cuidado com tanta frequência de doentes com essas feridas. Uma hipótese é que o Centro de Tratamento Intensivo para Pacientes com Coronavírus (CTI Covid) foi inaugurado de forma desorganizada, sem processos e rotinas e às pressas. Além disso, os profissionais contratados para compor a equipe da unidade, em sua maioria, eram inexperientes. De certo, a gravidade da doença, bem como alguns fatores ainda pouco conhecidos, também favoreceram o aparecimento dessas lesões.

Por fim, com a diminuição dos casos graves e mortes por covid, em outubro de 2021 o CTI Covid fechou suas portas. As clínicas cirúrgicas e cirurgias eletivas, antes suspensas por conta da pandemia, voltaram a funcionar e surgiu a necessidade de uma Unidade Pós-Operatória (UPO) para absorver os doentes mais graves que não pudessem voltar às enfermarias. Neste novo momento, como enfermeira rotina da UPO, tenho a responsabilidade de gerenciar a equipe, estabelecer normas e rotinas para a unidade, acompanhar os indicadores de qualidade da assistência e estruturar as intervenções necessárias. Meu maior desafio é garantir uma assistência de enfermagem de qualidade aos usuários da UPO, por meio de processos bem estruturados.

Em toda a minha trajetória profissional, o manejo e o tratamento de feridas sempre estiveram muito presentes. Inquietava-me ao pensar no quão amplo é o universo do tratamento de feridas e em como as lesões são comuns na vivência do enfermeiro, seja qual for sua área de especialidade e atuação. Da mesma maneira, tornava-se para mim cada vez mais clara a importância do conhecimento acerca das etiologias, do manejo das feridas e das coberturas disponíveis a fim de melhorar a assistência prestada, prevenindo e tratando de forma adequada as lesões de pele.

Durante esse percurso, interessei-me pelo *laser* de baixa intensidade (LBI) e seus efeitos no processo de cicatrização. Assim, em 2018, fiz o curso de capacitação em LBI e em 2019 comecei a Pós-Graduação em Enfermagem Dermatológica. A essa altura já havia concluído a Pós-Graduação em Terapia Intensiva.

Paralelamente, comecei a atender em domicílio pacientes portadores de lesão e pude ver na prática os benefícios de um atendimento sistematizado e do uso do LBI na cicatrização de feridas crônicas. Em especial, as úlceras diabéticas me chamaram atenção pelo alto índice de indivíduos que foram atendidos por mim portadores dessa patologia. O sucesso no tratamento com uso de luz vermelha e infravermelha (IR) era notório e animador.

Veio, então, o desejo de levar esta tecnologia para o Sistema Único de Saúde (SUS) a fim de beneficiar os pacientes portadores de lesão. Entretanto, só a tecnologia não seria o suficiente, já que as dificuldades relacionadas à demora na cicatrização têm diversas causas, que vão desde problemas intrínsecos dos pacientes, como comorbidades e desnutrição, até problemas extrínsecos relativos à falta de coberturas e ao desconhecimento profissional sobre o manejo das lesões.

Seria necessário, além da tecnologia, a capacitação profissional e a criação de um fluxograma para nortear o enfermeiro no que se refere ao manejo das mais diversas lesões, com indicação ou não do LBI, assim como um protocolo com recomendações a respeito da dosimetria, comprimento de onda, tempo de aplicação, modo de emissão e todos os parâmetros utilizados para uma aplicação segura.

A partir de toda essa trajetória profissional e na esperança de melhorar a qualidade de vida dos usuários do SUS e oferecer essa ferramenta aos profissionais que atuam diretamente com os portadores de lesão, em 2019 participei do processo seletivo do Mestrado Profissional em Saúde e Tecnologia do Espaço Hospitalar, da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), pelo Programa de Pós-Graduação em Saúde e Tecnologia no Espaço Hospitalar (PPGSTEh), tendo sido contemplada com uma vaga no programa. A linha de pesquisa à qual esta dissertação está vinculada é **Cuidado em saúde no espaço hospitalar – diagnóstico, tratamento, intervenção – linha 2**.

## 1.2 Contextualização e problematização

Na atualidade, cerca de 6,5 milhões de pessoas no mundo sofrem com as consequências diretas e indiretas relacionadas às feridas (OLIVEIRA *et al.*, 2017). As feridas crônicas estão entre as condições de saúde que podem afetar a vida das pessoas por longos anos, muitas vezes causando prejuízo das atividades laborais, o que resulta em aposentadoria precoce e restrições nas atividades de vida e lazer, reduzindo a qualidade de vida em qualquer fase do ciclo da vida. Essas lesões levam a sentimentos de frustração, ansiedade, isolamento, depressão, baixa autoestima e autoconceito negativo (SANTOS *et al.*, 2017).

Green *et al.* (2018) destacaram a dor como importante problemática na qualidade de vida de pacientes com úlcera crônica de perna. Muitos participantes desse estudo falaram de noites longas, de serem acordados com dor e da dificuldade de dormir. Todos relataram relutância em tomar analgésicos e a ineficácia deles para a intensidade da dor que suas úlceras de perna causavam. Os impactos do exsudato e do odor na vida dos participantes desse estudo

são descritos como avassaladores, pois geram constrangimento, vergonha e estresse. Com isso, o isolamento autoimposto é uma infeliz realidade de muitos portadores de úlceras crônicas.

No Brasil, as feridas constituem um sério problema de saúde pública, devido ao grande número de doenças com alterações na integridade da pele, embora sejam escassos os registros desses atendimentos. O grande número de pessoas com úlceras contribui para onerar os gastos públicos, além de interferir na qualidade de vida da população (MALAGGI, 2017).

A mesma autora traz uma observação desses gastos no levantamento feito em um município do Rio Grande do Sul, onde se constatou que mais de 30% dos usuários paravam de trabalhar em função de suas lesões. O custo mensal do serviço especializado foi calculado em R\$34.798,24, com 88 usuários realizando curativos uma ou duas vezes na semana (MALAGGI, 2017).

Silva *et al.* (2020) definem feridas crônicas como aquelas que permanecem por muito tempo na fase inflamatória, retardando a fase proliferativa, o que requer maior tempo para cicatrização tecidual, fazendo com que esse processo ultrapasse o tempo de três meses. Entre elas, destacam-se as lesões por pressão, o pé diabético e as úlceras vasculogênicas (arteriais, venosas ou mistas).

As úlceras venosas, causadas pela insuficiência venosa crônica, são as mais problemáticas pela elevada incidência, pelo alto custo e pela duração do tratamento, bem como devido à constante recidiva. As pessoas com úlceras venosas podem apresentar sintomas como dor, feridas exsudativas, odor fétido, diminuição da mobilidade e desconforto com os curativos (SILVA *et al.*, 2020).

Ainda nesse contexto, vale salientar que mais de 400 milhões de adultos sofrem de diabetes, sendo as úlceras do pé diabético consideradas um importante problema de saúde pública. De acordo com o Ministério da Saúde, o número de pacientes diabéticos no Brasil aumentou 61,8% entre 2006 e 2016 – a prevalência aumentou de 5,5 para 8,9%, com maior prevalência em mulheres (9,9%) do que em homens (7,8%). Aproximadamente um em cada 20 pacientes diabéticos desenvolve úlceras nos pés no primeiro ano, e destes, cerca de 10% evoluem para amputação nesse período.

Scain, Franzen e Hirakata (2018) apontam que o pé diabético é o evento final das complicações crônicas do *diabetes mellitus* (DM), e que os principais fatores fisiopatológicos da ulceração e das infecções nos membros inferiores compreendem a neuropatia diabética, a pressão plantar e o trauma. Também são fatores contribuintes a doença arterial periférica (DAP) de graus variados e distúrbios no processo de cicatrização e na defesa imunológica. O

DM e a ulceração nos pés são uma combinação que aumenta consideravelmente o risco de amputações; no mundo, ocorrem duas amputações a cada minuto, indicando que esses pacientes são social e economicamente mais frágeis e muitos deles têm uma expectativa de vida menor. O risco é atribuído, em parte, à enorme carga das doenças cardiovasculares (DCV), responsáveis por até 80% das mortes em indivíduos com DM tipo 2 (DM2), e é maior do que o da população em geral. Pacientes com úlceras têm um risco excessivo para todas as causas de mortalidade em comparação aos pacientes com DM sem história de úlceras.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Federação Internacional de Diabetes (IFD) afirmam que mais da metade das amputações de membros inferiores poderia ser evitada com detecção e cuidados adequados (TARDIVO *et al.*, 2014).

Dessa maneira, estruturar ações de atendimento pode trazer inúmeras vantagens ao sistema público de saúde, qualificando a assistência desde a abordagem integral ao usuário até a gestão de recursos financeiros.

Apesar da disponibilidade dos diversos tipos de cobertura, cuja função é promover a cicatrização e proteger a área lesionada de maiores danos, ainda existem lesões de difícil e prolongado processo de cicatrização e, por isso, há necessidade de se criar e/ou testar diferentes alternativas de tratamento (WHITE-CHU; CONNER-KERR, 2014 apud BAVARESCO, 2018, p. 22).

Dentre as possibilidades estão as terapias adjuvantes mais recentes ou ainda pouco utilizadas pela enfermagem, em virtude do custo elevado ou da insuficiência de conhecimento e evidências científicas, como o ultrassom, a eletroterapia, a oxigenoterapia hiperbárica e a fototerapia, que podem ser realizados com luzes do tipo *Light Emitting Diode* (LED) e *Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation* (*laser*) (SIQUEIRA *et al.*, 2009 apud BAVARESCO, 2018, p. 22; WATSON *et al.*, 2011 apud BAVARESCO, 2018, p. 22). De forma particular, o *laser* tem se mostrado uma realidade tecnológica aplicável no tratamento de feridas, com resultados positivos em diferentes tipos de lesão (LIPOVKY; NITZAM; LUBART, 2008 apud BAVARESCO, 2018, p. 22; PALAGI *et al.*, 2015 apud BAVARESCO, 2018, p. 22; WATSON *et al.*, 2011 apud BAVARESCO, 2018, p. 22).

A fotobiomodulação (FBM) pode ser definida como o uso de fontes de luz não ionizantes para fins terapêuticos, sendo o *laser* uma dessas fontes. A ação da FBM é baseada na absorção da luz pelos tecidos, o que resulta no aumento da expressão de trifosfato de adenosina (ATP), produção molecular de oxigênio e fatores de transcrição. Esses efeitos podem aumentar a síntese de ácido desoxirribonucleico (DNA), ácido ribonucleico (RNA) e das proteínas reguladoras do ciclo celular, promovendo a proliferação celular. Além disso, a

FBM modula a expressão de alguns mediadores inflamatórios e estimula fatores de angiogênese que limitam a necrose isquêmica e desempenham um papel essencial na melhoria do processo de cicatrização (CASTRO *et al.*, 2019).

Diante do exposto, como enfermeira intensivista, pós-graduanda em Enfermagem Dermatológica e servidora pública federal, senti-me estimulada a buscar na literatura nacional e internacional embasamento científico para a elaboração de um protótipo de protocolo para o tratamento de feridas com uso do LBI como terapia adjuvante, no intuito de favorecer e instrumentalizar, de forma sistematizada, as intervenções de enfermagem e dos demais profissionais envolvidos nesse processo, não só para avaliação e tratamento, mas para prevenção, evolução e registro dos dados do portador de feridas. Esta é minha inquietação e a situação-problema que me proponho a pesquisar no presente estudo.

Existem poucos trabalhos *in vivo* a respeito dos efeitos do LBI na cicatrização de feridas, além das discrepâncias notáveis nos parâmetros utilizados pelos autores, o que torna urgente o estudo e levantamento bibliográfico envolvendo a temática.

A discrepância dos parâmetros utilizados, a falta de informações importantes relacionadas à dosimetria e a ausência de dados que permitissem a comparação entre os estudos disponíveis impossibilitaram o desenvolvimento de um protocolo seguro. Optou-se, então, por desenvolver um protótipo de protocolo de LBI no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas. Esse protótipo será validado por especialistas e por meio de aplicação clínica em um segundo momento.

Tardivo *et al.* (2014) reforçam a necessidade de mais pesquisas para que sejam desenvolvidas novas modalidades clínicas, uma vez que melhorias na logística do tratamento de feridas são difíceis de implementar, especialmente para a população carente.

Isto posto, o objeto do estudo é a produção científica sobre o uso de LBI no tratamento de feridas em adultos no âmbito ambulatorial e hospitalar. Para nortear o estudo, foi elaborada a seguinte questão de pesquisa: **Quais são os embasamentos teórico-científicos sobre cuidados no uso de LBI em lesões por pressão e úlceras diabéticas em adultos no âmbito ambulatorial e hospitalar?**

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Geral

Desenvolver um protótipo de protocolo de LBI no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas para enfermeiros capacitados no uso desta tecnologia.

#### 1.3.2 Específicos

Avaliar os parâmetros relacionados à dosimetria do LBI no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas mais utilizados nas evidências científicas.

Desenvolver um fluxo de avaliação para elegibilidade ao tratamento com LBI.

### 1.4 Justificativa

O tratamento de feridas é dinâmico e extremamente complexo. Está inserido no cotidiano do enfermeiro generalista, intensivista, do que trabalha na Estratégia de Saúde da Família, enfermeiro do trabalho, pediátrico, dentre outras especialidades. Pode-se dizer que o tratamento de feridas está presente em todas as áreas de atuação da enfermagem.

Desde 2009, os conselhos de enfermagem se manifestam através de pareceres ou resoluções a respeito do papel do enfermeiro no tratamento de feridas e do uso de tecnologias como *lasers* como ferramentas adjuvantes. Em setembro de 2009, o Conselho Regional de Enfermagem de São Paulo (Coren-SP) emitiu parecer favorável ao uso de laserterapia no tratamento de feridas por enfermeiros, desde que com o conhecimento científico necessário para tal prática (CONSELHO REGIONAL DE ENFERMAGEM DE SÃO PAULO, 2009). A Resolução nº 501/2015, revogada pela Resolução nº 567/2018, do Conselho Federal de Enfermagem (Cofen), já mencionava a incorporação de LBI no tratamento de feridas e a importância da elaboração de protocolos institucionais (CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM, 2015, 2018).

Para Cunha *et al.* (2018), os profissionais que utilizam *laser* no tratamento de feridas devem desenvolver habilidades clínicas para a escolha adequada do tratamento, conhecer contraindicações absolutas e relativas, efeitos fisiológicos, complicações, técnicas de aplicação e normas brasileiras de biossegurança. Assim, os enfermeiros oferecerão um tratamento tópico de lesões com segurança, contribuindo para o processo de cicatrização da



ferida. Os profissionais devem adquirir conhecimento técnico e científico por meio de cursos validados, programas de treinamento, leitura de artigos científicos e, sobretudo, adotar práticas baseadas em diretrizes clínicas, protocolos e aplicativos para que estejam respaldadas por evidências.

A elaboração de protocolos assistenciais ajuda a padronizar ações, levantar recursos, economizar tempo e reduzir custos, uma vez que os materiais são perfeitamente indicados e checados, possibilitando o desenvolvimento de indicadores assistenciais, de gestão e satisfação do usuário. Os protocolos permitem ainda a implementação de um plano de melhoria contínua dos processos, à medida que, por meio deles, os profissionais identificam falhas e direcionam ações imediatas ao foco do problema (CUNHA *et al.*, 2017).

Para a introdução de protocolos assistenciais de enfermagem no tratamento de feridas, é imprescindível a qualificação profissional, para que o enfermeiro tenha uma visão crítica focada no indivíduo como um todo, nos processos de melhoria, no cuidado seguro, no gerenciamento de custos com a saúde, na prescrição de alta direcionada. Além da qualificação profissional, a atualização constante é outro aspecto importante, haja vista a velocidade com que as tecnologias em saúde aparecem no mercado (BLANCK; GIANNINI, 2014).

Diante do exposto, o estudo se justifica por preencher uma lacuna na produção de conhecimento sobre os benefícios e melhores protocolos de LBI no tratamento de feridas, buscando, no futuro, beneficiar milhares de usuários do SUS com melhorias no tratamento realizado por uma assistência de enfermagem sistematizada.

A confecção deste protótipo de protocolo traz contribuições relevantes para a gerência e assistência no que concerne ao uso dessa terapia em instituições hospitalares. Portanto, pretende-se, com este estudo, contribuir para acelerar o processo de cicatrização de feridas por meio do uso de uma terapia adjuvante barata quando comparada a outros tratamentos, visto que a aquisição do equipamento e o treinamento profissional têm custo relativamente baixo. Dessa maneira, a aquisição do aparelho, a capacitação profissional dos enfermeiros e o uso de protocolo que norteie a aplicação têm por finalidade dispor a tecnologia a todos os usuários com indicação para tal. Vale destacar que bastam a manutenção preventiva adequada e o uso correto para se garantir a preservação de vida útil do aparelho.

A relevância deste estudo está alicerçada na contribuição que a construção de um protótipo de protocolo oferece, no sentido de subsidiar a elaboração de um protocolo a fim de viabilizar a padronização da avaliação, preparo e aplicação do LBI no tratamento adjuvante de lesões por pressão e úlceras diabéticas, resultando em melhoria da assistência prestada ao

paciente, cuidado individualizado e sistematizado, e maior segurança para profissionais de saúde e pacientes.

Até o momento, esta tecnologia não tem recomendação de incorporação pela Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias no SUS (CONITEC). Nesse sentido, espera-se que o estudo possa fornecer subsídios para essa incorporação, favorecendo, assim, os usuários e os profissionais inseridos nesse sistema.

## 1.5 Intervenção

O presente estudo apresenta como proposta a elaboração de um fluxo de avaliação para elegibilidade ao tratamento com LBI e um protótipo de protocolo de LBI no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas.

Tipologia/estratificação da produção técnica segundo a Classificação de Produção Técnica da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) de 2019: A intervenção está inserida no eixo de produção técnica do tipo desenvolvimento de produto – 42, subtipologia: Manual/Protocolo. Trata-se de um Protocolo Tecnológico Experimental classificado com a estratificação T1. Descrição segundo a Classificação de Produção Técnica da CAPES de 2019: O eixo se refere à “produção de rotinas, normas, protocolos, procedimentos, *guidelines*, consensos, modelos, tecnologias de gestão, educação e assistência à saúde”. Definição segundo a Classificação de Produção Técnica da CAPES de 2019:

conjunto das informações, decisões, normas e regras que se aplica à determinada atividade, que encerra os conhecimentos básicos de uma ciência, uma técnica, um ofício, ou procedimento. Pode ser um guia de instruções que serve para o uso de um dispositivo, para correção de problemas ou para o estabelecimento de procedimentos de trabalho. No formato de compêndio, livro/guia pequeno ou um documento/normativa, impresso ou digital, que estabelece como se deve atuar em certos procedimentos (Classificação de Produção Técnica da CAPES de 2019, p. 54).

De acordo com o “Guia para construção de protocolos assistenciais de enfermagem”, do Coren–SP (2015):

protocolo é a descrição de uma situação específica de assistência/cuidado, que contém detalhes operacionais e especificações sobre o que se faz, quem faz e como se faz, conduzindo os profissionais nas decisões de assistência para a prevenção, recuperação ou reabilitação da saúde. Pode prever ações de avaliação/diagnóstica ou de cuidado/tratamento, como o uso de intervenções educacionais, de tratamento com meios físicos, de intervenções emocionais, sociais e farmacológicas, independente de enfermagem ou compartilhadas com outros profissionais da equipe de saúde (CONSELHO REGIONAL DE ENFERMAGEM DE SÃO PAULO, 2015, p. 11).

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, serão feitas algumas considerações sobre pele, feridas crônicas, o papel do enfermeiro nesse contexto, e o LBI.

### 2.1 Pele e anexos

A pele é o maior órgão do corpo humano, com aproximadamente dois metros quadrados de extensão, representando cerca de 15% do peso corpóreo. Tem como principais funções o revestimento de todo o organismo, servindo como uma barreira protetora; promoção de termorregulação e conservação dos líquidos corporais; reconhecimento imunológico; reparo de danos e comunicação com o sistema nervoso. Também está relacionada com a síntese de vitamina D, a nutrição dos lactentes (considerando-se as mamas parte desse compartimento) e, por que não dizer, com a própria apresentação física do indivíduo ao mundo (GAMBA; PETRI; COSTA, 2016). É composta por três camadas: epiderme, mais superior; derme, camada intermediária; e hipoderme ou tecido subcutâneo (BLANCK; GIANNINI, 2014).

A epiderme é composta por quatro camadas, começando pela mais interna: camada basal, camada espinhosa, camada granulosa e camada córnea. Nas regiões palmoplantares, há uma quinta camada, denominada lúcida, entre os estratos granuloso e córneo. Os tipos celulares presentes na epiderme são, basicamente, os queratinócitos, melanócitos e células de Langerhans. Além destas, as células de Merkel podem ser encontradas na camada basal das palmas e plantas, mucosa genital e oral, leito ungueal e infundíbulo folicular (BLANCK; GIANNINI, 2014).

A derme é constituída por tecido conjuntivo, frouxo na região de contato com a epiderme e denso na região mais profunda. A derme papilar, mais superficial, é constituída por tecido conjuntivo frouxo, rico em vasos sanguíneos, macrófagos, leucócitos e terminações nervosas. Consiste em uma camada pouco espessa de fibras colágenas finas, fibras elásticas, numerosos fibroblastos e abundante substância fundamental, formando as papilas dérmicas, que se amoldam aos cones epiteliais da epiderme. Já a camada reticular, mais profunda e espessa, é formada por tecido conjuntivo denso. É rica em fibras colágeno e está relacionada com a resistência da pele e a contenção do corpo (BLANCK; GIANNINI, 2014; GAMBA, PETRI; COSTA, 2016).

Para Gamba, Petri e Costa (2016), a tela subcutânea não é classificada, pela maioria, como uma camada pertencente à pele. Blanck e Giannini (2014) consideram a hipoderme ou tecido subcutâneo a terceira camada da pele. Também segundo a Sociedade Brasileira de Dermatologia, a pele possui três camadas, sendo elas a epiderme, a derme e a hipoderme.

A hipoderme é composta principalmente por tecido conjuntivo frouxo e tecido adiposo. Está relacionada com preenchimento, auxilia a isolar o corpo das variações extremas do meio ambiente, fixa a pele às estruturas subjacentes, serve como depósito nutritivo de reserva e participa da proteção mecânica do organismo a pressões e traumatismos externos (BLANCK; GIANNINI, 2014; GAMBA, PETRI; COSTA, 2016).

Entre as diversas estruturas anexas à pele, cada uma com funções específicas, pode-se citar os pelos, as glândulas sebáceas e sudoríparas, as unhas, os vasos sanguíneos e linfáticos, os músculos da pele e as inervações (BLANK; GIANNINI, 2014; GAMBA, PETRI; COSTA, 2016).

## **2.2 Feridas crônicas**

O termo ferida é designado para definir a perda da solução de continuidade tegumentar, evidenciada pela ruptura das camadas da pele ou de estruturas mais profundas, como fáscia, músculo, aponeurose, cartilagem, tendão, osso, órgãos cavitários ou qualquer outra estrutura corporal. Pode ser causada por fatores extrínsecos, como lesões traumáticas provocadas por agentes físicos, químicos ou biológicos, pressão externa, atrito e fricção da pele, ou por fatores intrínsecos, como a diminuição de glândulas responsáveis pela hidratação, alterações estruturais na espessura da epiderme e derme, além da redução das fibras de colágeno e elastina, alterações nas respostas imunológicas e neurológicas, como condução nervosa lentificada, com implicações na sensibilidade e resposta motora (CAMPOS *et al.*, 2016; DUIM *et al.*, 2015). Vários fatores podem ser responsáveis pela modificação da pele, predispondo a lesões, como idade, diabetes, tabagismo e alterações nutricionais (GAMBA, PETRI; COSTA, 2016).

O aumento da expectativa de vida das populações brasileira e mundial vem acompanhado do crescimento na prevalência de doenças crônicas não transmissíveis e dos fatores de risco modificáveis ou não. Essa realidade favorece a ocorrência de lesões de pele, cuja presença pode ocasionar complicações e morbidades (DUIM *et al.*, 2015; TRIVELLATO *et al.*, 2019).

Com o envelhecimento da população, as doenças degenerativas passam a representar um importante fator de morbimortalidade no Brasil, sendo as de maior relevância, por contribuírem para a cronicidade de úlceras complexas, o DM e a hipertensão arterial. Calcula-se que a prevalência de hipertensão arterial nas diversas cidades brasileiras esteja entre 22,3% e 43,9%. Na faixa etária maior de 60 anos, a incidência chega a superar 50%. Segundo o Censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), aproximadamente 6% da população geral apresenta DM, acometendo 12 milhões de pessoas (GAMBA, PETRI; COSTA, 2016).

Duim *et al.* (2015), em consonância com os autores supracitados, acrescentam que as lesões mais prevalentes têm como causas a pressão, restrições na mobilidade (transitória ou permanente), insuficiência vascular (venosa ou arterial), traumas e neuropatias diabéticas.

Nesse contexto, entre as lesões cutâneas, as que mais trazem preocupações e revelam-se difíceis de tratar são as feridas crônicas, aquelas que não progridem por meio de uma sequência normal de eventos vasculares e celulares, de forma ordenada e oportuna de reparo (BOWERS; FRANCO, 2020). Entretanto, essa definição de ferida crônica não é consenso entre os autores.

Estudo teórico publicado em 2018 (KYAW *et al.*, 2018) apresenta revisão sobre o termo “ferida crônica”, usado pela primeira vez na literatura na década de 1950 para se referir a feridas que eram de difícil cicatrização ou não seguiam um processo normal de cicatrização. Os autores afirmam que esse termo tem sido criticado pela sua incerteza quanto à duração da cronicidade. Várias terminologias alternativas vêm sendo sugeridas, como feridas difíceis de curar, feridas que não cicatrizam e feridas complexas. Contudo, “feridas crônicas” são comumente definidas como feridas que não transcorreram com uma reparação ordenada e oportuna para produzir integridade anatômica e funcional após três meses de tratamento. Também podem ser entendidas como um defeito de barreira que não cicatrizou em três meses ou uma ferida que carece de uma redução de 20% a 40% na área lesada, após duas a quatro semanas de tratamento ideal ou quando não houver cura completa após seis semanas (KYAW *et al.*, 2018).

As feridas crônicas podem ser classificadas em úlceras vasculares (por exemplo, úlceras venosas e arteriais), lesões por pressão e úlceras decorrentes de DM, conhecidas por úlceras diabéticas. Essas feridas compartilham características comuns, que incluem inflamação prolongada ou exacerbada, infecções persistentes, formação de biofilmes microbianos e a incapacidade das células de responder a estímulos reparadores, que resultam na falha de cicatrização dessas lesões. Apresentam níveis excessivos de citocinas pró-

inflamatórias, proteases e células senescentes. Essas úlceras duram, em média, de 12 a 13 meses, recorrem em 60% a 70% dos pacientes, e são predominantes na população idosa, podendo levar à perda funcional e diminuição da qualidade de vida, sendo uma causa significativa de morbidade (FRYKBERG; BANKS, 2015).

O número de estudos que analisam a prevalência de feridas crônicas no Brasil e no mundo é bastante limitado – os que existem avaliam grupos populacionais específicos (GONZÁLEZ *et al.*, 2019). Um estudo de revisão sistemática sobre a prevalência de feridas crônicas na população em geral identificou prevalência estimada de 1,51 úlcera de perna por 1.000 habitantes e de 2,21 por 1.000 habitantes para as úlceras de várias etiologias (MARTINENGO *et al.*, 2019). Estudos brasileiros mostram prevalências de 5% e 10,3% para lesões por pressão em pacientes hospitalizados (GALVÃO; LOPES NETO; OLIVEIRA, 2016). Estudo com idosos na Atenção Primária à Saúde, em 2018, mostrou uma prevalência de feridas crônicas de 11,8%, sendo 5% de lesão por pressão, 3,2% de úlcera diabética e 2,9% de úlcera vasculogênica crônica (VIEIRA; ARAÚJO, 2018).

No século 20, vários trabalhos científicos foram realizados visando, além de prevenir e tratar, compreender o processo de cicatrização, entendido como bastante complexo. Tal complexidade se deve a múltiplos fatores, internos e externos, sistêmicos e locais, que podem influenciar o processo de cicatrização fisiológica. A reparação do tecido requer a formação de colágeno, angiogênese, epitelização e contração da ferida e ocorre com mais sucesso em ambientes em que há temperatura, hidratação e oxigenação adequadas (GAMBA; PETRI; COSTA, 2016).

O processo fisiológico de cicatrização de feridas é realizado por meio de quatro fases temporárias e espacialmente sobrepostas: hemostasia, inflamação, proliferação e fases de remodelação. Imediatamente após a lesão, ocorre a hemostasia, caracterizada por vasoconstrição e coagulação do sangue, o que evita a perda sanguínea e fornece a matriz provisória para a migração celular. As plaquetas secretam fatores de crescimento e as citocinas atraem fibroblastos, células endoteliais e células imunes para iniciar o processo de cicatrização. A fase de inflamação subsequente dura até sete dias. As células predominantes nessa fase são células fagocíticas, como neutrófilos e macrófagos. Os neutrófilos liberam espécies reativas de oxigênio (ROS) e proteases que evitam a contaminação bacteriana e limpam a ferida de detritos celulares. Os monócitos sanguíneos chegam ao local da ferida e se diferenciam em macrófagos teciduais. Estes últimos não apenas removem bactérias e tecido inviável por fagocitose, mas também liberam vários fatores de crescimento e citocinas que recrutam fibroblastos, células endoteliais e queratinócitos para reparar os vasos sanguíneos

danificados. À medida que a fase inflamatória diminui, acompanhada pela apoptose das células do sistema imunológico, começa a fase de proliferação. Esta fase é caracterizada principalmente pela granulação do tecido, formação de novos vasos sanguíneos (angiogênese) e epitelização. A remodelação ocorre quando a ferida fechou e pode durar de um a dois anos ou mais. Durante essa fase, a matriz provisória é remodelada em feixes de colágeno organizados (FRYKBERG; BANKS, 2015).

Frequentemente, as feridas crônicas param na fase de cicatrização da inflamação. Apesar das diferenças na etiologia, essas feridas compartilham certas características comuns: níveis excessivos de citocinas pró-inflamatórias, proteases, ROS e células senescentes, bem como a existência de infecção persistente e uma deficiência de células-tronco (muitas vezes disfuncionais). A ocorrência de lesão tecidual repetida estimula o influxo constante de células imunes, tornando a cascata de citocinas pró-inflamatórias amplificada e persistente, elevando os níveis de proteases. Estas últimas excedem, pois os níveis de seus respectivos inibidores levam à destruição da matriz extracelular (MEC) e à degradação dos fatores de crescimento e seus receptores. A destruição proteolítica da MEC não apenas impede que a ferida avance para a fase proliferativa, mas também atrai mais células inflamatórias, ampliando o ciclo de inflamação. Somado a isso, o ambiente hipóxico e inflamatório das feridas crônicas aumenta a produção de ROS, o que também danifica as proteínas da MEC e causa danos às células. Essa sequência de eventos provoca uma maior estimulação de proteases e citocinas inflamatórias (FRYKBERG; BANKS, 2015).

Frykberg e Banks (2015) ainda destacam que o estresse oxidativo dá origem a uma população celular senescente, com capacidades proliferativas e secretoras prejudicadas e insensíveis aos sinais típicos de cicatrização de feridas. Essa capacidade proliferativa diminuída está diretamente relacionada à falha de cicatrização de uma ferida. Também foi demonstrado que as células-tronco, que desempenham papel importante na cicatrização de feridas, são deficientes e defeituosas em animais e pacientes com diabetes ou feridas crônicas.

Compreender as perturbações moleculares e fisiológicas subjacentes de feridas que não cicatrizam é fundamental para que se possa avaliar a necessidade de modificar essas feridas de forma que elas possam evoluir no processo de cicatrização.

### **2.3 O papel do enfermeiro no atendimento ao portador de ferida crônica**

O enfermeiro se destaca como profissional da saúde responsável pela assistência ao paciente com lesão, e tem como função definir as estratégias para a prevenção, avaliação e

tratamento, visando reduzir o tempo de reparação tecidual, minimizar complicações e melhorar a qualidade de vida da pessoa com lesões. O tratamento de feridas é um processo dinâmico e interdisciplinar, dada a sua complexidade, e o protagonismo da enfermagem nesse processo está pautado na aplicabilidade do processo de Sistematização da Assistência de Enfermagem (SAE).

### 2.3.1 Aspectos éticos e legais

A atuação dos profissionais de enfermagem na assistência às pessoas com lesões cutâneas está regulamentada pelo Cofen, por meio da Resolução nº 567/2018 (CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM, 2018), já citada anteriormente, que deixa evidente a autonomia do enfermeiro para a avaliação, elaboração de protocolos, seleção e indicação de tecnologias como LBI para a assistência e a abertura de clínica/consultório de prevenção e cuidado de pessoas com lesões cutâneas. Para tanto, devem ser respeitadas suas competências técnicas e legais e, embora esteja amparado para atuar nos diferentes contextos, é necessário estar habilitado para a função. Assim, a Resolução Cofen nº 567/2018 detalha a participação dos profissionais de enfermagem na prevenção e no tratamento de pessoas com lesões cutâneas, em consonância com as competências técnicas de cada categoria, já previstas pela Lei do Exercício Profissional de Enfermagem (BRASIL, 1986) e pelo Código de Ética em Enfermagem (CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM, 2017a).

É evidente, no novo Código de Ética de Enfermagem (Resolução Cofen nº 564/2017), que deve ser assegurada a prática profissional mediante consentimento prévio do paciente, representante ou responsável legal, ou decisão judicial. O consentimento deve ser elaborado para cada fim a que se destina. Exemplo: consentimento para o cuidado de lesão por pressão. No entanto, no caso de um paciente hospitalizado, esse consentimento já deve estar previsto no ato da internação (CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM, 2017a, 2018).

Chama-se atenção ainda para as atribuições dos técnicos ou auxiliares de enfermagem. Embora participem de todo o processo de cuidar da pessoa com lesões cutâneas, os citados profissionais apenas devem realizar o curativo sob prescrição e supervisão do enfermeiro. Também não compete ao técnico ou auxiliar de enfermagem a aplicação de terapias complexas como o LBI (CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM, 2018).

A Resolução Cofen nº 429/2012 e a Resolução Cofen nº 514/2016 determinam sobre a responsabilidade e dever dos profissionais da enfermagem de registrarem as ações de prevenção e/ou cuidado às pessoas com lesões cutâneas no prontuário do paciente e em outros



documentos próprios da área. Esse registro pode ser em meio de suporte tradicional (papel) ou eletrônico, segundo a disponibilidade do serviço. Todas as informações inerentes ao processo de cuidar e ao gerenciamento dos processos de trabalho, necessárias para assegurar a continuidade e a qualidade da assistência às pessoas com lesões cutâneas, devem estar devidamente registradas (CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM, 2012, 2016).

A Resolução Cofen nº 567/2018 (CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM, 2018) traz como competência do enfermeiro a realização de fotografias para a documentação e acompanhamento da evolução da lesão cutânea. O uso de imagens permite o acompanhamento, evolução da lesão cutânea, bem como a avaliação das intervenções propostas para o tratamento e a recuperação do paciente. É um tipo de documentação que registra eletronicamente a evolução clínica das lesões cutâneas (antes e depois de uma intervenção), sendo fundamental para a pesquisa clínica e ensino (FARIA; PERES, 2009). Cabe ressaltar que, para o uso de imagens, há necessidade de autorização expressa, por escrito, em um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), do paciente ou seu representante legal, que contenha os meios de divulgação e demais informações sobre a utilização da imagem (BRASIL, 1988; CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM, 2017a, 2017b, 2018; PELUSO, 2020).

### 2.3.2 O Processo de Enfermagem

A Consulta de Enfermagem é um dos elementos previstos para a SAE de um serviço. Sistematização pressupõe a organização em um sistema por meio de elementos inter-relacionados. Trata-se, portanto, de diversos métodos que podem ser empregados para se desenvolver a assistência de enfermagem. Dentre as principais ferramentas utilizadas para a SAE, encontram-se os planos de cuidados, os protocolos, a padronização de procedimentos e o Processo de Enfermagem (CARVALHO; BACHION, 2009).

O Processo de Enfermagem é um método adotado para implementação, na prática profissional, de uma teoria de enfermagem. Após a escolha da teoria de enfermagem, faz-se necessária a utilização de um método científico para que os conceitos da teoria sejam aplicados na prática. Dessa maneira, o Processo de Enfermagem propicia ordem e direção ao cuidado de enfermagem, ajudando o enfermeiro a tomar decisões e a prever e avaliar as consequências (TANNURE; GONÇALVES, 2009).

O Processo de Enfermagem organiza-se em cinco fases, descritas sucintamente a seguir.

## **Investigação**

Consiste na coleta de dados referentes ao estado de saúde do cliente, da família e da comunidade, com o objetivo de identificar as necessidades, os problemas, as preocupações e as relações humanas desse cliente (TANNURE; GONÇALVES, 2009). É etapa essencial do Processo de Enfermagem, já que a validade, a confiabilidade e a relevância dos dados poderão ser determinantes para a precisão dos diagnósticos de enfermagem e para definir o sucesso das etapas seguintes (CONSELHO REGIONAL DE ENFERMAGEM DE SÃO PAULO, 2015).

No contexto de prevenção e cuidados com lesões de pele, este é o momento da avaliação da pessoa e dos riscos para o desenvolvimento de lesões, bem como da pessoa com lesão (CONSELHO REGIONAL DE ENFERMAGEM DE MINAS GERAIS, 2020).

Em se tratando de prescrição de enfermagem para prevenção dos riscos de desenvolvimento de lesões, a utilização de escalas específicas e validadas é fundamental. Quando existe ferida, a consulta deve abordar a avaliação das condições de saúde do indivíduo e da lesão. Nessa etapa, é imprescindível a determinação da etiologia da lesão para definição da prescrição e das intervenções de enfermagem (CONSELHO REGIONAL DE ENFERMAGEM DE MINAS GERAIS, 2020).

## **Diagnóstico de enfermagem**

Para realizar diagnósticos de enfermagem, o enfermeiro deve ter capacidade de análise, de julgamento, de síntese e de percepção ao interpretar dados clínicos. O diagnóstico deve estar baseado tanto em problemas reais quanto potenciais, podendo ser sintomas de disfunções fisiológicas, comportamentais, psicossociais ou espirituais (TANNURE; GONÇALVES, 2009). Fornece a base para a seleção de intervenções para atingir resultados pelos quais o enfermeiro é responsável (CONSELHO REGIONAL DE ENFERMAGEM DE SÃO PAULO, 2015).

O Quadro 1 apresenta os principais diagnósticos de enfermagem descritos pelas taxonomias da NANDA *International* (NANDA – I) e a Classificação Internacional para a Prática de Enfermagem (CIPE), aplicáveis ao cuidado às pessoas com lesões cutâneas. Outros diagnósticos de enfermagem podem estar associados e precisam ser investigados pelo enfermeiro durante o processo de coleta de dados, como, por exemplo, aqueles vinculados às necessidades psicossociais, espirituais, ao estado nutricional, à massa corporal, à

vascularização e aos distúrbios hidroeletrólíticos (CONSELHO REGIONAL DE ENFERMAGEM DE MINAS GERAIS, 2020).

**Quadro 1** – Padrões de diagnósticos de enfermagem aplicados à assistência de enfermagem para pessoas com lesões cutâneas

CIPE	NANDA-I versão 2021-2023
Ferida cirúrgica infectada	Integridade da pele prejudicada
Ferida cirúrgica limpa	Integridade tissular prejudicada
Ferida infectada	Risco de integridade da pele prejudicada
Ferida limpa	Risco de integridade tissular prejudicada
Ferida traumática	Risco de lesão
Integridade da pele prejudicada	Risco de lesão por pressão em adulto
Lesão por pressão	Lesão por pressão em adulto
Pele seca	–
Risco de integridade da pele prejudicada	–
Risco de lesão por pressão	–

Legenda: CIPE – Classificação Internacional para a Prática de Enfermagem; NANDA-I – NANDA *International*.

Fonte: Conselho Regional de Enfermagem de Minas Gerais (2020).

### Planejamento dos resultados

Consiste em um plano de ações para se alcançarem resultados em relação a um diagnóstico de enfermagem. Nesta fase, são desenvolvidos os planos de cuidados a partir da priorização dos diagnósticos de enfermagem que foram estabelecidos. Outro componente primordial nesta etapa são os resultados esperados para cada diagnóstico de enfermagem. Estes são de extrema importância para a avaliação do Processo de Enfermagem, tornando-se indicadores do sucesso do plano estabelecido (TANNURE; GONÇALVES, 2009).

Durante o planejamento dos resultados, o enfermeiro definirá a prescrição de ações de enfermagem para a prevenção e/ou cuidados com as lesões cutâneas. Para uma prescrição segura, é importante que o profissional conheça a etiologia da lesão e as características teciduais apresentadas no leito da lesão. É primordial que o enfermeiro tenha conhecimento das coberturas e produtos adjuvantes disponíveis no mercado para a realização do curativo e tratamento da lesão. As características individuais e o comportamento fisiológico da lesão determinarão o tipo e a periodicidade de troca da cobertura, bem como a indicação de terapias adjuvantes como o LBI.

Para estabelecer os resultados esperados para cada diagnóstico de enfermagem, o enfermeiro poderá usar a Classificação de Resultados de Enfermagem (NOC). Para tanto, deverá levar em conta o quanto são sensíveis às intervenções de enfermagem, mensuráveis e atingíveis. Da mesma maneira, a Classificação de Intervenções de Enfermagem (NIC) é um

sistema de classificação padronizada para as intervenções e atividades de enfermagem (CONSELHO REGIONAL DE ENFERMAGEM DE SÃO PAULO, 2015).

Oliveira *et al.* (2016) realizaram um mapeamento cruzado dos termos referentes a intervenções e resultados de enfermagem em uma amostra de 81 pacientes atendidos no ambulatório de feridas de um hospital universitário do Rio de Janeiro. A intervenção de enfermagem prioritariamente encontrada no estudo foi “cuidados com lesões”.

A esse respeito, [...] atividades referentes à limpeza da lesão com soro fisiológico 0,9%, ao emprego de técnica asséptica na realização do curativo, à medição do leito da lesão, à documentação do local, do tamanho e do aspecto da ferida são intervenções de enfermagem fundamentais para o tratamento adequado de lesões tissulares (OLIVEIRA *et al.*, 2016, p. 4).

Outras intervenções mereceram destaque no referido estudo: “irrigação de lesões”, com atividades como envolver a ferida com tipo apropriado de curativo; e “administração de medicamentos tópicos”, com elevada frequência no uso de ácidos graxos essenciais (AGE) e hidrogéis (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Já em relação ao uso do LBI, pode-se destacar a intervenção NIC “Precauções no uso do *laser*”, cuja ênfase são as atividades relacionadas ao uso de óculos de proteção, ao aviso de uso de *laser* na sala e ao ajuste do aparelho conforme protocolo da instituição (BULECHEK; BUTCHER; DOCHTERMAN, 2010).

No que se refere à NOC, dentre os inúmeros resultados apresentados, dois deles são aplicáveis neste cenário de cuidado. O primeiro resultado é o da Cicatrização de feridas: segunda intenção (1103), definido como “extensão da regeneração de células e tecidos após o fechamento intencional”, composto por 18 indicadores clínicos. E o segundo resultado é o da Integridade tissular: pele e mucosas (1101), definido como “integridade estrutural e a função fisiológica normal da pele e das mucosas”, composto por 22 indicadores (BAVARESCO, 2018).

Oliveira *et al.* (2016) identificaram em seu estudo, como principal resultado de enfermagem, a “cicatrização de feridas: segunda intenção”. Esse resultado se justifica pelo fato de o estudo ter sido realizado em um ambulatório de feridas crônicas. Também foram encontrados resultados como “comportamento de tratamento: doença ou lesão”, que se refere às ações para reduzir ou eliminar uma patologia, descrevendo os relatos dos pacientes acerca da evolução das lesões, e ao “controle de dor”. Vale destacar que este último resultado não é sugerido pela NOC nas ligações com os diagnósticos “integridade tissular prejudicada” e

“integridade da pele prejudicada”, tratando-se, pois, de uma incoerência, já que um paciente com feridas frequentemente refere dor.

### **Implementação da assistência de enfermagem**

É a execução, pela equipe de enfermagem, das atividades prescritas na etapa do planejamento da assistência. Em outras palavras, é o cumprimento da prescrição de enfermagem (CONSELHO REGIONAL DE ENFERMAGEM DE SÃO PAULO, 2015).

É neste momento que acontecem as ações de prevenção ou o curativo da lesão propriamente dito, bem como a aplicação do LBI pelo enfermeiro capacitado.

### **Avaliação da assistência de enfermagem**

É um processo deliberado, sistemático e contínuo de verificação de mudanças nas respostas do indivíduo, da família ou da comunidade em um dado momento. Por meio da avaliação, será determinado se as intervenções alcançaram os resultados esperados, bem como a necessidade de mudanças ou adaptações, caso os resultados não tenham sido alcançados ou se novos dados foram evidenciados. É, portanto, a evolução de enfermagem (CONSELHO REGIONAL DE ENFERMAGEM DE SÃO PAULO, 2015).

Nesta fase, o enfermeiro reavalia o paciente, o risco e/ou a lesão e analisa a necessidade de adaptações ou mudanças nas etapas do Processo de Enfermagem, bem como de alterações no plano de cuidados ou prescrição de coberturas ou produtos adjuvantes para o tratamento de lesões, face às alterações do leito da lesão (CONSELHO REGIONAL DE ENFERMAGEM DE MINAS GERAIS, 2020).

Não há como mensurar os resultados de enfermagem se não houver registro do estado de saúde inicial do paciente e das medidas implementadas em função dele. Com esses dados, a equipe de enfermagem poderá elaborar protocolos clínicos que possibilitem a uniformização e o aperfeiçoamento da assistência (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

O registro de todos os parâmetros relacionados à dosimetria, bem como a descrição do modo de aplicação, do número e espaço entre os pontos, são de extrema importância na aplicação de terapia a *laser* de baixa intensidade (TLBI). A avaliação dos registros (evolução da ferida e dosimetria aplicada) possibilita a análise da eficácia da terapêutica para alteração ou não do protocolo. Yadav e Gupta (2016) ressaltam que, na FBM, os resultados terapêuticos bem-sucedidos exigem a seleção de protocolos de tratamento óptico ideais, incluindo

parâmetros de iluminação (como comprimento de onda, fluência, densidade de potência, estrutura de pulso) e o cronograma de tratamento.

## 2.4 *Laser de baixa intensidade*

A FBM foi definida como uma forma de terapia de luz que usa fontes de luz coerentes (*lasers*), fontes de luz não coerentes compostas por lâmpadas filtradas ou diodos emissores de luz (LED) ou uma combinação de ambos, no espectro visível e Infravermelho Próximo (NIR). Envolve cromóforos endógenos que provocam eventos fotofísicos (lineares e não lineares) e fotoquímicos em várias escalas biológicas, sendo um processo não térmico (YADAV; GUPTA, 2016).

O nome *laser* é, na verdade, uma sigla para a expressão inglesa *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* – em português: Amplificação de Luz por Emissão Estimulada de Radiação. Isso quer dizer que a ação mais básica do *laser* é amplificar luz usando o efeito de emissão estimulada de radiação (SILVA NETO; FREIRE JÚNIOR, 2017).

A explicação do efeito de emissão estimulada foi dada por Albert Einstein em 1917. Quando os elétrons em um átomo estão no estado de maior energia, conhecido também como estado excitado, eles podem mudar para o estado de menor energia de duas maneiras: emitindo energia espontaneamente, ou sendo estimulados a emitir radiação. A emissão espontânea ocorre naturalmente, porque o estado excitado é instável, e depois de um tempo, chamado de tempo de relaxação, o elétron decai espontaneamente, emitindo um fóton de radiação. Em algumas situações, entretanto, o tempo de relaxação é longo, sendo necessário estimular a emissão por meio de emissão estimulada. A forma mais simples de fazer isso é irradiando os elétrons com radiação de frequências equivalente à transição desejada (SILVA NETO; FREIRE JÚNIOR, 2017).

A invenção do *laser* se deu pela compreensão de que, se fosse possível obter um meio no qual a maior parte dos átomos estivesse no estado excitado, a emissão espontânea e estimulada poderia ser usada para criar um feixe de luz poderoso, em que todos os fótons teriam praticamente a mesma frequência e oscilariam em fase uns com os outros, o que os físicos chamam de um feixe de luz monocromático e coerente (SILVA NETO; FREIRE JÚNIOR, 2017).

Rigau (1996) descreve que as características que distinguem a luz do *laser* da luz comum são: monocromaticidade, colimação, coerência e polarização. A luz monocromática é composta de fótons do mesmo comprimento de onda ou simplesmente da mesma cor; esta

característica determina quais biomoléculas absorverão a radiação incidente, portanto a interação fotobiológica e os efeitos fototerapêuticos específicos. Um feixe de *laser* colimado consiste em ondas paralelas umas às outras, que não divergem significativamente, minimizando, assim, qualquer perda de potência média. Quando um feixe de luz colimada é passado por uma lente, a luz é focada em um pequeno ponto, que irá concentrar uma grande energia, sendo que desta forma poderá incorrer em perigos oculares causados pela falta de protetores oculares durante o uso do *laser*.

A coerência é o sincronismo, pois todas as ondas são ordenadas e em fase umas com as outras, à medida que viajam na mesma direção (MESTER *et al.*, 1974). Todos os picos e vales das ondas são idênticos uns aos outros em tempo e espaço. Essa propriedade fornece um efeito aditivo, que dá uma alta potência ao feixe de luz do *laser*. A polarização acontece quando as ondas de luz estão todas orientadas num só plano, assim as vibrações em seus campos elétricos acontecem numa só direção (RIGAU, 1996).

Karu, Pyatibrat e Kalendo (1995) e Karu (1999) consideram a coerência, a monocromaticidade e a polarização muito importantes na interação com os tecidos vivos, como células alvo, pois são justamente essas características as que assegurariam a penetração, absorção e transmissão.

Os *lasers* são classificados em dois grandes grupos: *lasers* de alta potência ou cirúrgicos e *lasers* de baixa potência ou terapêuticos. Os *lasers* cirúrgicos podem ser descritos, de modo didático, como aqueles que têm a capacidade de cortar, carbonizar e vaporizar tecidos moles e duros. Esses *lasers* têm normalmente uma potência maior ou igual a 1 watt (W) por segundo (BRUGNERA JÚNIOR; PINEIRO, 1998).

Baptista (2003) destaca que o LBI compreende uma potência de até 1 W ou 0,001 miliwatts (mW). O LBI gera efeitos fotoquímicos, fotofísicos e fotobiológicos, afetando não só a área de aplicação, como também as regiões adjacentes. Produz biomodulação, podendo gerar bioestimulação ou bioinibição, de acordo com o efeito tecidual desejado (KARU, 1987). Também é conhecido como *laser* terapêutico, podendo ocasionar efeito nos tecidos moles e duros, através da ação analgésica, anti-inflamatória e cicatrizante (KARU, 1987; LAPCZYNA *et al.*, 1999).

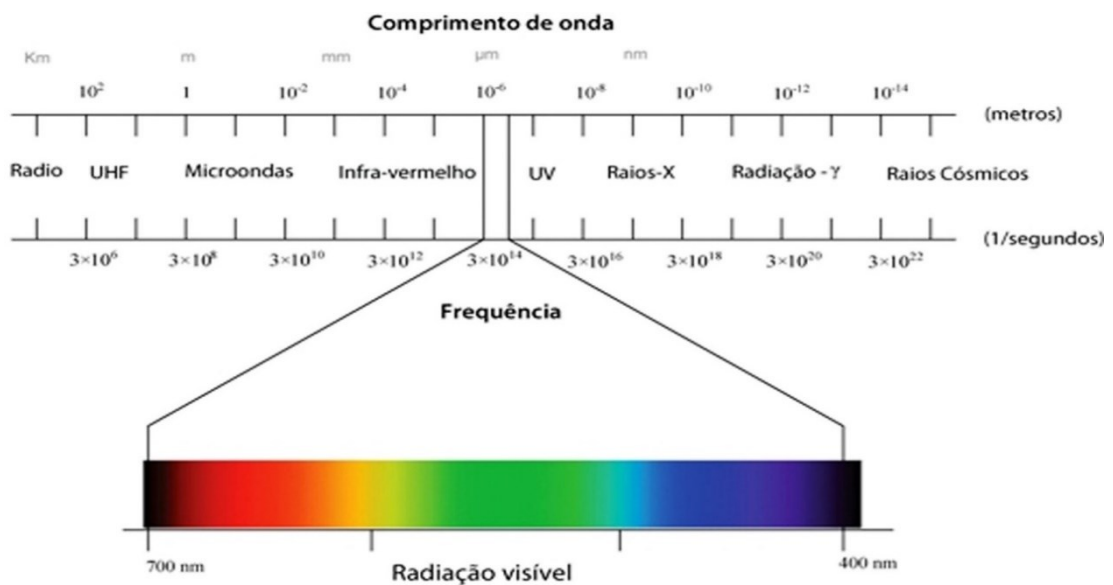
O que determina a cor é a frequência da radiação (quantas vezes a onda oscila por segundo). A luz vermelha possui menor frequência, que vai aumentando até chegar à violeta, que possui a maior frequência do espectro visível (SILVA NETO; FREIRE JÚNIOR, 2017).

A radiação visível que conseguimos perceber corresponde a uma estreita faixa do espectro eletromagnético. Cada “cor” do espectro está associada a um número, que é chamado

de comprimento de onda, cuja unidade é o nanômetro (nm). Para o espectro eletromagnético, esse número varia desde alguns poucos décimos de bilionésimos de metro, para os raios gama e raios-X, até várias dezenas de quilômetros, para ondas de rádio. Isso mostra o quão pequena é a faixa que conseguimos ver (BAPTISTA, 2003).

O *laser* de baixa potência, sendo uma radiação (óptica), compõe parte do espectro eletromagnético, utilizando uma faixa entre 620 e 1300 nm, ou seja, luz visível (vermelho) e invisível (parte do NIR), mais bem exemplificado na Figura 1 (BAPTISTA, 2003).

**Figura 1 – Espectro visível e comprimento de onda**



Fonte: Google Imagens.

A regi\u00e3o espectral IR \u00e9 respons\u00e1vel por aproximadamente 40% da radia\u00e7\u00e3o solar, abrangendo tr\u00eas bandas proeminentes: IR-A (760–1400 nm), IR-B (1400–3000 nm) e IR-C (3000 nm –1 mm) (BAROLET; CHRISTIAENS; HAMBLIN, 2016). Dentre estas, apenas a fra\u00e7\u00e3o IR-A (30% da radia\u00e7\u00e3o IR) atinge o corpo humano e penetra profundamente na pele, e 65% dessa por\u00e7\u00e3o atinge a derme, tornando a IR-A bem posicionada para exercer bioefeitos sobre a derme (HOLZER; ATHAR; ELMETS, 2010). O fato de que a luz vermelha e NIR (IR-A) pode penetrar em uma les\u00e3o profunda do tecido d\u00e9rmico permite que tratamentos n\u00e3o farmacol\u00f3gicos e n\u00e3o invasivos sejam realizados para processos de cicatriza\u00e7\u00e3o aumentada (GUPTA; HAMBLIN, 2013).

O uso do LBI foi introduzido como modalidade terap\u00eautica ap\u00f3s os estudos de Endre Mester. Cirurg\u00e3o geral, professor e presidente do 2\u00b0 Departamento Cir\u00fargico da Faculdade de Medicina de Budapeste, na Hungria, Mester observou crescimento r\u00e1pido de cabelos em ratos



com dorso raspado em comparação a áreas não irradiadas. Suas descobertas foram publicadas pela primeira vez em 1967. Após essa descoberta, Mester iniciou uma série de condições experimentais e modelos animais e, em 1971, começou a tratar com sucesso úlceras e feridas de pele e mucosa humanas de difícil cicatrização (MESTER; MESTER, 2017).

Desde então, o LBI tem ganhado a atenção de pesquisadores do mundo inteiro que se dedicam a estudar os efeitos dessa terapêutica, trazendo avanços constantes. O LBI vem sendo amplamente utilizado para tratamento de uma série de patologias, inclusive cicatrização de feridas, redução de dor e inflamação, restauração de funções, lesões musculares e nervosas.

Os efeitos terapêuticos dos *lasers* sobre os diferentes tecidos biológicos são muito amplos e variáveis, desde induzir efeitos trófico-regenerativos, anti-inflamatórios e analgésicos, nos quais se tem demonstrado aumento na microcirculação local (MAIER; HAINA; LANDTHALER, 1990; MIRÓ *et al.*, 1984); no sistema linfático (LIEVENS, 1991); até a proliferação de células epiteliais e remodelação dos tecidos (STEINLECHNER; DYSON, 1993). O efeito analgésico é atribuído à liberação de serotonina e opioides endógenos. Contudo, dependendo da dose do LBP, é possível alcançar o efeito de bioinibição. Dessa forma, a dosimetria adequada é fundamental para se obterem os efeitos desejados, seja estimulando, seja inibindo, a fim de garantir um tratamento eficaz.

#### 2.4.1 Dosimetria

Baptista (2003) descreve os parâmetros do *laser*: tipo (*Continuos Wave* – CW ou pulsado); frequência; comprimento de onda; potência média/potência de pico; área irradiada; energia por pulso, por ponto e total; densidade de potência ou irradiância; densidade de energia ou fluência; tipo e forma do feixe; e o *Spatial Average Energy Fluence* (SAEF).

SAEF é a relação entre a energia total emitida por um feixe e a área total de tratamento por sessão, empregando-se uma determinada frequência (CW=1). A unidade é J/cm<sup>2</sup>, assim como a unidade utilizada para densidade de energia (J/cm<sup>2</sup>), caso a frequência seja contínua. Isto posto, autores destacam que existe uma grande confusão por parte dos pesquisadores, especialmente em artigos sobre *laser* de baixa potência, e seus efeitos bioestimulativos e biomoduladores (MESTER *et al.*, 1975 apud BAPTISTA, 2003; TRELLES *et al.*, 1989).

$$\text{SAEF} = \text{Energia Total (Et)} / \text{Área de tratamento (St)}$$

$$\text{SAEF} = [\text{Potência(W)} \times \text{Tempo Total de Tratamento(s)}] \times \text{Frequência (Hz)} / \text{Área Tratada (cm}^2\text{)}$$

Frequentemente, a potência útil de um aparelho é expressa em mW. Na maior parte dos aparelhos, esse parâmetro é fixo e invariável, porém alguns aparelhos permitem que o operador selecione a percentagem da potência útil (por exemplo 10%, 25%). Ao longo da última década, a tendência dos aparelhos comercializados tem sido a de dispositivos de maior potência útil (aproximadamente 30 – 200 mW), em vez dos aparelhos de 1 – 10 mW, outrora populares, porque os aparelhos de maior potência útil podem realizar o tratamento em um tempo mais curto (BASFOR, 1995).

A energia é fornecida em joules (J), sendo especificada por ponto irradiado, ou em alguns casos para o tratamento total, em que é tratada uma série de pontos. A energia é calculada a partir da multiplicação da potência útil em watts (W) pelo tempo de irradiação ou aplicação em segundos (BAXTER, 1994).

A densidade de potência ou irradiância é a quantidade de potência que é concentrada dentro de uma superfície de irradiação. A potência de um feixe de *laser* é medida em watts (BAXTER, 1994), sendo a densidade de potência descrita pela seguinte fórmula:

$$\text{Densidade de Potência} = \text{Potência(W)} / \text{área do foco (cm}^2\text{)}$$

A densidade de energia ou fluência é a relação entre a energia emitida pelo feixe e a superfície irradiada por esse feixe em relação ao tempo, não correspondendo à área total do tratamento. Esse parâmetro é considerado como o melhor modo de especificação da dose, sendo fornecido em joules por unidade de área, isto é, J/cm<sup>2</sup>. Os valores típicos para os tratamentos de rotina podem variar desde menos de 1 até mais de 30J/cm<sup>2</sup> (BAXTER, 1994).

$$\text{Densidade de Energia} = \text{J/cm}^2$$

$$\text{Densidade de Energia} = \text{Potência (W)} \times \text{Tempo (s)} / \text{Área} = \text{J/cm}^2$$

Frequência é o número de ciclos ou repetição do pulso/tempo. A maioria dos aparelhos a *laser* de uso rotineiro na prática clínica são do tipo CW, ou seja, essencialmente a potência útil não varia com o tempo. Para os aparelhos pulsados, a frequência é mensurada em hertz (Hz), em pulsos por segundo (BAXTER, 1994).

A principal razão para o uso da técnica de contato é a maximização da irradiância ou da densidade de potência e, portanto, do fluxo luminoso no interior do tecido-alvo, o que é importante para que seja assegurada a eficácia do tratamento por esse tipo de *laser* (BASFOR, 1995).

#### 2.4.2 Teoria do Mecanismo de Ação

O efeito bioestimulador da FBM é baseado na absorção de fótons vermelhos e NIR por cromóforos intracelulares localizados dentro da mitocôndria (citocromo c oxidase – CCO) e por cromóforos na membrana celular, o que altera a atividade de enzimas endógenas e o transporte de elétrons, aumentando a atividade mitocondrial e a produção de ATP.

O CCO é a enzima terminal da cadeia respiratória em células eucarióticas, mediando a transferência de elétrons do citocromo c para o oxigênio molecular. É um fotorreceptor e transdutor de fotossinal na região do visível e do NIR (KARU, 2010). Na região do vermelho e NIR, acredita-se que a banda de 820 nm pertença principalmente ao cromóforo. A relativamente oxidado do CCO, à banda de 760 nm à relativamente reduzida B, à banda de 680 nm à B relativamente oxidada, e à banda de 620 nm à A relativamente reduzida (KARU, 2014).

Estudos de Karu (2008, 2014) demonstram que existe uma via de sinalização celular entre a cadeia respiratória mitocondrial e o núcleo celular (onde ocorre a síntese de DNA). Essa via de ativação específica é ativada pela irradiação de células com radiação vermelha monocromática e quase monocromática e radiação no NIR. Além disso, tem sido enfatizado que a radiação NIR, em contraste com a ultravioleta (UV), provoca uma resposta retrógrada em fibroblastos normais da pele humana.

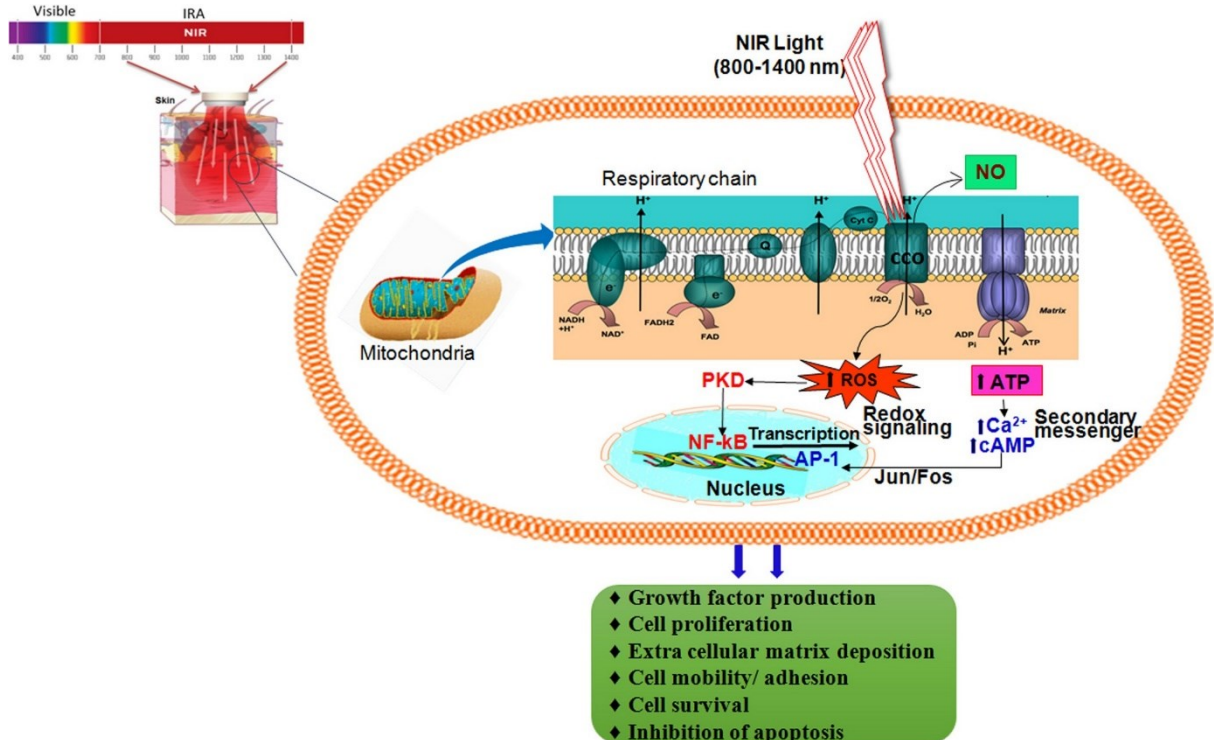
Verificou-se que a irradiação de fibroblastos humanos com luz vermelha ( $\lambda = 628$  nm) causou não apenas aumento na taxa de síntese de DNA e RNA, mas também a regulação positiva de 111 genes de 10 categorias de função (ZHANG *et al.*, 2003).

A eficácia biológica de comprimentos de onda mais longos do que os absorvidos pelo CCO e poucos outros efeitos que não são explicados pela superestimulação das mitocôndrias têm sido sua ocorrência associada à influência biológica da FBM nos canais iônicos (HAMBLIN *et al.*, 2015). Canais iônicos sensíveis à luz podem ser ativados, permitindo que íons de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) entrem na célula, levando à ativação de fatores de transcrição relacionados à síntese de proteínas, deposição de matriz extracelular (ECM), migração celular, proliferação, sobrevivência celular e inibição de apoptose (YADAV; GUPTA, 2016).

O CCO possui bandas de absorção distintas nas regiões vermelha (em torno de 665 nm) e NIR (em torno de 810 nm). Além disso, foi sugerido que as formas de irradiação não térmicas de luz na faixa espectral visível ou NIR ativam eventos de sinalização celular retrógrados sensíveis à luz para transportar o sinal de luz da mitocôndria para o núcleo e alterar o metabolismo e a função celular (SALVATORE; KARU, 2014).

Além do CCO, várias outras moléculas têm sido sugeridas como fotorreceptores, dependendo do comprimento de onda de excitação. Flavinas e flavoproteína, porfirinas livres, hemoglobinas e mioglobinas e água nanoestruturada (no espectro IR) foram propostas por serem capazes de absorver fótons e mediar reações fotoquímicas e fotobiológicas (YADAV; GUPTA, 2016).

**Figura 2** – Mecanismos celulares e moleculares de ação da fotobiomodulação



Legenda: PKD – proteína quinase D.

Nota: Espectro solar representando regiões de luz visível e infravermelha próxima (NIR) e profundidade de penetração da pele da luz NIR. Mecanismos de ação da fotobiomodulação (FBM), luz NIR inicialmente absorvida pelo cromóforo mitocondrial (fotorreceptor, citocromo c oxidase [CCO]). A absorção de fótons produz uma dissociação do óxido nítrico (NO) inibitório do CCO, levando ao aumento da atividade enzimática e da produção de trifosfato de adenosina (ATP) e a uma explosão de espécies reativas de oxigênio (ROS) que, por sua vez, causam alterações no potencial redox celular, cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), monofosfato cíclico de adenosina (cAMP) e induzem vários fatores de transcrição (fator nuclear-kB [NF-kB], ativando a proteína-1 [AP-1], etc.). A transdução de fotossinal e a cadeia de amplificação induzida pela luz NIR ocasionam um aumento na produção do fator de crescimento, proliferação celular, mobilidade celular, adesão e deposição de matriz extracelular (ECM).

Fonte: Yadav e Gupta (2016).

### 2.4.3 Limitações para terapia com fotobiomodulação

As principais limitações neste campo de pesquisa estão nas incertezas que ainda persistem sobre os mecanismos celulares e moleculares responsáveis pela transdução dos sinais dos fótons incidentes nas células para exercerem os bioefeitos que ocorrem nos tecidos irradiados, e na falta de padronização dos parâmetros relacionados à dosimetria. Para superar essas limitações, os pesquisadores têm dado grande ênfase na compreensão de *insights* mecanicistas substanciais, melhores diretrizes com protocolos padronizados, consistência nos parâmetros de exposição radiante e estudos clínicos sistematicamente controlados (YADAV; GUPTA, 2016).

## 2.5 Prática baseada em evidências na construção de protocolos institucionais

A assistência de enfermagem segura deve ser pautada em suporte teórico e padronização adequada a fim de evitar danos à clientela, bem como problemas legais e éticos aos profissionais. Para isso, os protocolos assistenciais são uma ferramenta que vem sendo apontada como segura para os profissionais e usuários do SUS, pois reduz a variabilidade de ações de cuidado e auxilia na tomada de decisões assistenciais (PIMENTA *et al.*, 2015).

Os protocolos são considerados orientações ou recomendações desenvolvidas sistematicamente para auxiliar no manejo de um problema de saúde ou em uma circunstância clínica específica, construídos preferencialmente com base na melhor informação científica. Oferecem orientações concisas que podem ser utilizadas por profissionais de saúde durante o seu dia a dia de trabalho, reduzindo a variação inapropriada da prática clínica dos mais diversos profissionais. Além disso, são classificados como recomendações estruturadas de forma sistemática, que norteiam a tomada de decisões de profissionais de saúde e/ou de usuários a respeito da atenção adequada em circunstâncias clínicas específicas (CATUNDA *et al.*, 2017). Seu uso facilita a incorporação de novas tecnologias, o desenvolvimento de indicadores de processo e resultados, a comunicação profissional e a coordenação do cuidado.

Profissionais com pouca experiência ou desatualizados se beneficiam da existência de protocolos e os pacientes ficam mais protegidos. Já profissionais experientes podem optar por não utilizar o protocolo, desde que tenham segurança teórica e prática que justifique sua decisão (PIMENTA *et al.*, 2015).

O desenvolvimento de instrumentos tem se mostrado complexo, além de uma atividade que consome vários recursos e requer a mobilização de capacidades e

conhecimentos de diversas áreas (COLUCI; ALEXANDRE; MILANI, 2015; GUIMARÃES; HADDAD; MARTINS, 2015).

No tocante ao desenvolvimento de novos instrumentos assistenciais, a ciência da enfermagem vem destacando-se nas discussões da prática baseada em evidências (PBE), principalmente no que tange à prática assistencial da saúde e enfermagem, buscando garantir a melhoria da qualidade do cuidado disponibilizado durante o processo de trabalho dos profissionais. Trata-se de uma abordagem que envolve a definição de um problema, a busca e a avaliação crítica das evidências disponíveis em estudos científicos, implementação das evidências na prática e avaliação dos resultados obtidos. Essas ações intensificam e favorecem o julgamento clínico dos profissionais de saúde, potencializando a interpretação e integração de evidências científicas com os dados do paciente e as observações clínicas, o que estimula a mudança da prática baseada em ações ritualísticas para uma prática reflexiva baseada em conhecimento científico (CAMARGO *et al.*, 2017).

Há de se destacar que a existência de protocolos não anula a autonomia profissional. Se optar por não utilizar o protocolo institucional, o profissional deve ter bem claras as razões que o levaram a essa escolha. Ao seguir um protocolo institucional, o enfermeiro continua sendo responsável pelo que faz, neste caso, porém, terá o respaldo da instituição (PIMENTA *et al.*, 2015).

### **3. MATERIAIS E MÉTODO**

Trata-se de um estudo metodológico com produção tecnológica de um protótipo de protocolo de LBI no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas.

A pesquisa metodológica favorece a condução de investigações com rigor acentuado. Busca o desenvolvimento, a avaliação e a validação de instrumentos, técnicas ou métodos, com o objetivo de projetar instrumentos efetivos e fidedignos que possam ser utilizados por outros (POLIT; BECK, 2011).

#### **3.1 Desenvolvimento metodológico para a construção do protótipo do protocolo**

Para a construção do protótipo do protocolo, foi realizada uma revisão integrativa da literatura com o intuito de elencar os parâmetros de LBI mais utilizados no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas.

Um dos propósitos da PBE é encorajar a utilização dos resultados de pesquisa junto à assistência à saúde prestada nos diversos níveis de atenção, reforçando a importância da pesquisa para a prática clínica. A revisão integrativa de literatura é um dos métodos de pesquisa utilizados na PBE, o que permite a incorporação das evidências na prática clínica; assim, considerando-se o objeto de estudo e os objetivos desta pesquisa, será utilizada a revisão integrativa com abordagem qualitativa (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

A prática assistencial fundamentada em evidências combina o conhecimento e a experiência acumulados pelo profissional da área da saúde com a melhor evidência científica disponível sobre o assunto em pauta. Isto é, o profissional precisa ir além dos próprios conhecimentos e buscar, na literatura, a complementação de informes que porventura sejam necessários. No caso de intervenções, é fundamental ampliar o “como eu faço” com o que existe de melhor e mais atual, decorrente da investigação científica de qualidade sobre o tema (GAMBA; PETRI; COSTA, 2016).

A revisão integrativa de literatura proporciona a síntese do conhecimento e a incorporação da aplicabilidade de resultados de estudos significativos na prática. Envolve a definição do problema clínico, a identificação das informações necessárias, a condução da busca de estudos na literatura e sua avaliação crítica, a verificação da aplicabilidade dos dados oriundos das publicações e a determinação de sua utilização para o paciente (SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010).

É a mais ampla abordagem metodológica referente às revisões, pois permite a inclusão de estudos experimentais e não experimentais para uma compreensão completa dos fenômenos analisados, combinando dados da literatura teórica e empírica (SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010).

Ursi (2005) ressalta a importância de um problema bem estruturado, a sistematização do desenvolvimento da busca das pesquisas e da análise criteriosa dos resultados como aspectos fundamentais para uma revisão integrativa bem conduzida.

Para este estudo, estabeleceram-se as seguintes etapas a serem percorridas.

### **3.2 Delineamento e etapas da revisão integrativa**

#### **3.2.1 Primeira etapa: identificação do tema e seleção da hipótese ou questão de pesquisa para elaboração da revisão integrativa**

Para Mendes, Silveira e Galvão (2008), o processo de elaboração de uma revisão integrativa tem início com a definição de um problema e formulação de uma hipótese ou questão de pesquisa que apresente relevância para a saúde e a enfermagem. As autoras salientam o esforço e o tempo que a elaboração de uma revisão integrativa exige, enfatizando que a escolha de um tema de interesse e de um problema vivenciado na prática clínica do revisor pode tornar o processo mais encorajador. Uma vez que a questão de pesquisa esteja bem delimitada, descritores ou palavras-chave podem ser facilmente identificados para a execução da busca dos estudos.

Diante da falta de uma assistência pautada em protocolo institucional e da demora na cicatrização de feridas na instituição onde trabalha, a pesquisadora do presente estudo sentiu a inquietante necessidade de desenvolver um protocolo de avaliação e intervenção de enfermagem no tratamento de feridas, por meio do uso do LBI, a fim de sistematizar a assistência prestada.

A questão de pesquisa que norteou este estudo foi: Quais são os embasamentos teórico-científicos (*Models or Theories* – Moth) sobre cuidados no uso de LBI em lesões por pressão e úlceras diabéticas (Be) em adultos no âmbito ambulatorial e hospitalar (H)?

Para tanto, foi utilizado o acrônimo BeHEMOTH, sendo Be – *Behaviour of interest* (Comportamento de interesse), H – *Health context* (Contexto de saúde), E – *Exclusions* (Exclusões) e Moth – *Models or Theories* (Conceitos, Modelos Conceituais ou Teorias).



### 3.2.2 Segunda etapa: estabelecimento dos critérios para inclusão e exclusão de estudos/amostragem ou busca na literatura

Esta etapa está intimamente ligada à anterior, já que a abrangência do assunto a ser estudado determina o procedimento da amostragem, ou seja, quanto mais amplo for o objetivo da revisão, mais seletivo será o revisor quanto à revisão de literatura a ser considerada (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

Além disso, faz-se importante um criterioso e transparente procedimento de inclusão e exclusão dos artigos, uma vez que a representatividade da amostra é um indicador da profundidade, qualidade e confiabilidade das conclusões finais da revisão (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

Os critérios de inclusão definidos para a seleção dos artigos foram publicações em português, espanhol e inglês que abordassem os cuidados e o uso do LBI no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas; que versassem sobre cuidados ou protocolos clínicos no uso da laserterapia em feridas, disponíveis on-line, de 2016 a 2022. A escolha desse período deveu-se à necessidade da busca de artigos com temática atualizada, em virtude da velocidade com que tecnologias em saúde e estudos relacionados à FBM surgem no contexto acadêmico, objetivando encontrar os estudos que referissem as dosimetrias mais usadas na atualidade. Além disso, em 2015 entrou em vigor a Resolução nº 501/2015 (CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM, 2015), que regulamentava sobre a competência da equipe de enfermagem no cuidado às feridas. Essa resolução já falava do uso de tecnologias como adjuvantes no tratamento de feridas, porém sem mencionar o uso de *laser* e LED. Em 2018, a Resolução nº 567/2018 (CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM, 2018) revogou a Resolução nº 501/2015 e citou o uso dessas tecnologias como terapias adjuvantes. Nesse sentido, este filtro temporal buscou contemplar o período posterior às duas resoluções.

Os critérios de exclusão foram: editoriais; cartas; estudos envolvendo animais ou exclusivamente *in vitro* (sem irradiação de feridas em pacientes vivos), estudos que não ofereciam dados referentes à dosimetria e parâmetros utilizados e que envolviam tratamento de feridas de outras etiologias que não lesão por pressão ou úlcera diabética. Estudos envolvendo *laser* de alta intensidade e LED também foram excluídos. Revisões que analisaram ensaios clínicos randomizados desenvolvidos em animais ou *in vitro* foram considerados elegíveis.

### 3.2.3 Terceira etapa: definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados/categorização dos estudos

Consiste na definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados, utilizando um instrumento que reúne e sintetiza as informações-chave. O nível de evidência dos estudos deve ser avaliado para determinar a confiança no uso de seus resultados e fortalecer as conclusões que irão gerar o estado de conhecimento atual do tema investigado. O objetivo do revisor, nesta etapa, é organizar e sumarizar as informações de maneira concisa, formando um banco de dados de fácil acesso e manejo (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

Foram utilizados, para a busca dos artigos, os seguintes descritores controlados ou não controlados, identificados nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), *Medical Subject Headings* (MeSH) e no tesauro próprio *Cumulative Index of Nursing and Allied Health* (CINAHL):

#### **DeCS:**

*Low-Level Light Therapy; Wounds and Injuries; Wound Healing; Pressure Ulcer; Diabetic Foot* – descritores controlados.

*LLLT; Laser Biostimulation; Laser Therapy* – descritores não controlados.

#### **MeSH:**

*Low-Level Light Therapy; Wounds and Injuries; Wound Healing; Diabetic Foot; Pressure Ulcer* – descritores controlados.

*LLLT; Laser Biostimulation; Laser Therapy* – descritores não controlados.

#### **CINAHL:**

*Low-Level Light Therapy; LLLT; Laser Biostimulation; Low-Power Laser Therapy; Photobiomodulation Therapy* – palavras-chaves.

*Wounds and Injuries; Wound Healing; Nursing Care; Models Nursing, Theoretical* – descritores controlados.

#### **EMBASE:**

*Low Level Laser Therapy; LLLT; Laser Biostimulation; Wounds and Injuries; Wound Healing; Diabetic Foot; Decubitus; Pressure Ulcers.*

Para o levantamento dos artigos na literatura, foi realizada busca, por meio da plataforma CAFÉ do Portal de Periódicos da CAPES, nas seguintes bases de dados: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e Base de Dados de Enfermagem (BDENF), na Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE) através da PubMed, *Web of Science*, CINAHL e EMBASE, com a utilização do filtro de busca temporal de 2016 a 2022 e busca dos descritores nos títulos e resumos das publicações.

As referidas bases de dados contemplam ampla abrangência dos estudos disponíveis sobre a temática nas bases nacionais e internacionais.

A utilização dos descritores foi adaptada às especificações de cada base e, para os seus cruzamentos, foram empregados os operadores booleanos “AND” e “OR”. Os descritores foram reunidos em dois grupos para posterior cruzamento:

**Grupo 1** – todos os descritores DeCS ou MeSH, controlados e não controlados, relacionados a LBI, sendo o descritor controlado *Low-Level Light Therapy* e os não controlados: *LLLT*; *Laser Biostimulation*; *Laser Therapy*; *Photobiomodulation Therapy*; *Low Power Laser Therapy*. Foi usado o operador booleano OR para correlacionar os descritores.

**Grupo 2** – todos os descritores DeCS ou MeSH, controlados e não controlados relacionados a feridas, sendo descritores controlados: *Wounds and Injuries*; *Wound Healing*, *Diabetic Foot*; *Pressure Ulcer*. Novamente, o operador booleano OR foi usado para correlacionar os descritores.

**String de busca** – foi feito cruzamento dos grupos 1 e 2. Foram utilizados todos os descritores, controlados e não controlados. O operador booleano AND foi usado para correlacionar os dois grupos.

Todos os cruzamentos que geraram resultado relevante, bem como a estratégia utilizada e o número de estudos selecionados para leitura integral, estão elencados no Quadro 2.

**Quadro 2** – Estratégias de busca, respectivas bases e seus resultados

Base	Estratégia de busca com os filtros	Resultados	Artigos selecionados para leitura na íntegra
LILACS	<i>(low level light therapy)</i> OR (LLLT) OR ( <i>laser therapy</i> ) OR ( <i>laser biostimulation</i> ) AND (( <i>wounds AND injuries</i> ) OR ( <i>wound healing</i> ) OR ( <i>diabetic foot</i> ) OR ( <i>pressure ulcer</i> )) AND ( <i>fulltext</i> :"1") AND db:("LILACS")) AND ( <i>year_cluster</i> : [2016 TO 2022])	69	12
BDENF	(( <i>low level light therapy</i> ) OR (LLLT) OR ( <i>laser therapy</i> ) OR ( <i>laser biostimulation</i> )) AND (( <i>wounds AND injuries</i> ) OR ( <i>wound healing</i> ) OR ( <i>diabetic foot</i> ) OR ( <i>pressure ulcer</i> )) AND ( <i>fulltext</i> :"1" OR "1") AND db:("BDENF")) AND ( <i>year_cluster</i> : [2016 TO 2022])	17	10
PubMed	(( <i>low level light therapy</i> ) OR (LLLT) OR ( <i>Laser Biostimulation</i> ) OR ( <i>laser therapy</i> )) AND (( <i>wounds and injuries</i> ) OR ( <i>wound healing</i> ) OR ( <i>Diabetic Foot</i> ) OR ( <i>Pressure Ulcer</i> )) <i>Filters: Free full text, English, Portuguese, Spanish, MEDLINE, Adult: 19+ years, from 2016 - 2022</i>	24	1
Web of Science	(TS=("low level light therapy" OR "LLLT" OR "Laser Biostimulation" OR "laser therapy")) AND TS=("wounds and injuries" OR "wound healing" OR "Diabetic Foot" OR "Pressure Ulcer") Filtros: ano de publicações: 2016 – 2022 Categorias da <i>Web of Science</i> : Serviços de [Ciências da saúde ou Dermatologia OU Enfermagem OU Ciências Multidisciplinares	80	11
EMBASE	'low level light therapy' OR 'LLLT' OR 'laser biostimulation' AND 'wounds and injuries' OR 'wound healing' OR 'diabetic foot' OR 'decubitus' OR 'pressure ulcers' AND (2016:py OR 2017:py OR 2018:py OR 2019:py OR 2020:py OR 2021:py OR 2022:py) AND 'human'/de AND ([ <i>adult</i> ]/lim OR [ <i>middle aged</i> ]/lim OR [ <i>young adult</i> ]/lim) AND ('chronic wound'/dm OR 'decubitus'/dm OR 'diabetes mellitus'/dm OR 'diabetic foot'/dm OR 'diabetic neuropathy'/dm OR 'granulation tissue'/dm OR 'skin injury'/dm OR 'ulcer'/dm OR 'ulcer healing'/dm OR 'wound healing'/dm OR 'wound healing impairment'/dm)	60	10
CINAHL	(( <i>low level light therapy</i> ) OR (LLLT) OR ( <i>Laser Biostimulation</i> ) OR ( <i>low power laser therapy</i> ) OR ( <i>photobiomodulation therapy</i> )) AND ( <i>wounds and injuries</i> ) OR ( <i>wound healing</i> )	70	11
	<b>TOTAL</b>	320	55

Legenda: BDENF – Base de Dados de Enfermagem; CINAHL – *Cumulative Index of Nursing and Allied Health*; LILACS – Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde.

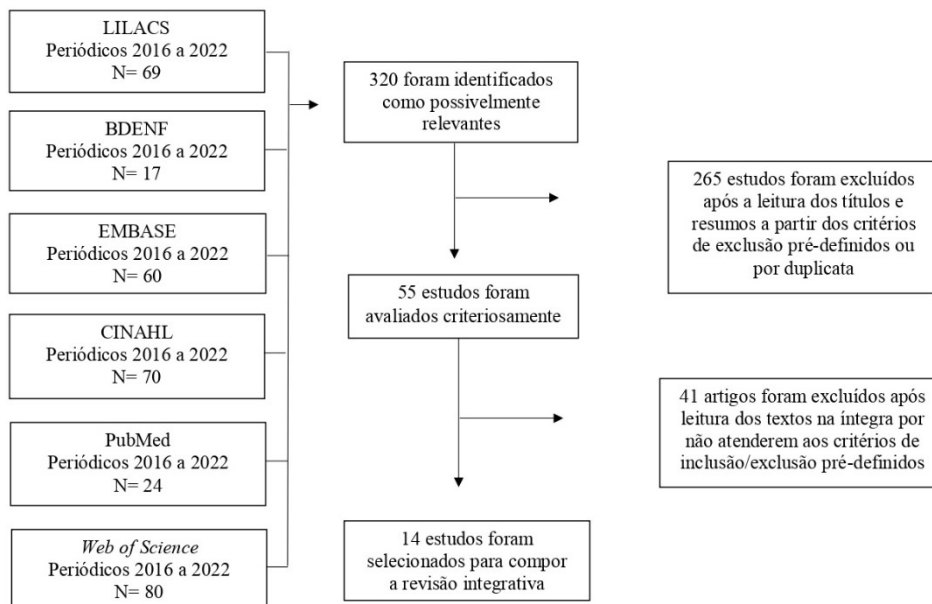
Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Inicialmente, a busca nas bases de dados evidenciou 320 referências, que foram submetidas aos critérios de inclusão e ao alcance dos objetivos do estudo, ou seja, excluíram-se, *a priori*, os artigos que não apresentavam resumo e texto disponível na íntegra. Foi feita leitura dos títulos e resumos e, a partir daí, 55 artigos foram selecionados para serem lidos integralmente. Destes, foram excluídas as duplicatas e os artigos que não atendiam aos critérios de inclusão e exclusão preestabelecidos.

A análise resultou em 14 artigos selecionados.

A Figura 3 demonstra a estratégia de busca aplicada.

**Figura 3** – Fluxograma de estratégia de busca



Fonte: A autora, adaptado de Maia e Rodhe (2007, p. 74).

### 3.2.4 Quarta etapa: avaliação dos estudos incluídos na revisão integrativa

Esta etapa é equivalente à análise dos dados da pesquisa convencional, em que há o emprego de ferramentas apropriadas. Para garantir a validade da revisão, os estudos selecionados devem ser analisados detalhadamente, procurando-se explicações para os resultados diferentes ou conflitantes nos diferentes estudos. Dentre as abordagens possíveis, o revisor pode optar pela aplicação de análises estatísticas, listagem de fatores que mostrem um efeito na variável em questão ao longo dos estudos, escolha ou exclusão de estudos frente ao

delineamento de pesquisa. Tais abordagens apresentam vantagens e desvantagens, sendo tarefa difícil do revisor escolher a mais adequada (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

Nesse sentido, destaca-se a competência clínica do revisor que contribuirá com a avaliação crítica dos estudos e, portanto, auxiliará na tomada de decisões para a utilização dos resultados de pesquisa na prática clínica, podendo gerar mudanças nas recomendações para essa prática.

O instrumento de coleta de dados utilizado para avaliação dos artigos selecionados foi elaborado e validado por Ursi (2005) em sua dissertação sobre prevenção de lesões de pele no pré-operatório, o qual contempla os seguintes itens: identificação do artigo original, características metodológicas do estudo, avaliação do rigor metodológico, das intervenções mensuradas e dos resultados encontrados (APÊNDICE 1).

Os artigos foram identificados pela letra A seguida do número correspondente ao ano, conforme a ordem decrescente de publicação.

A classificação das evidências científicas dos artigos selecionados baseou-se nos níveis de evidências estabelecidos pelo *Joanna Briggs Institute* (JBI). O JBI é uma agência internacional especializada em fomentar pesquisas sobre cuidados de saúde baseados em evidências, e preconiza a classificação dos estudos de forma piramidal, sendo a base o nível 5 com a opinião de especialistas; a seguir, o nível 4, com os estudos observacionais descritivos; nível 3, estudos observacionais analíticos; nível 2, estudos quase-experimentais; e nível 1, estudos experimentais (THE JOANNA BRIGGS INSTITUTE, 2013).

### 3.2.5 Quinta etapa: interpretação dos resultados

Corresponde à fase de discussão dos principais resultados da pesquisa convencional. Nesta fase, o revisor, fundamentado nos resultados da avaliação crítica dos estudos incluídos, realiza a comparação com o conhecimento teórico, a identificação de conclusões e implicações resultantes da revisão integrativa. A descoberta de lacunas permite que o revisor aponte sugestões pertinentes para futuras pesquisas direcionadas à melhoria da assistência em saúde (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

Nesta quinta etapa, foi feito um estudo amplo dos dados apresentados, explicitando as conclusões e as interferências realizadas pela pesquisadora deste estudo, assim como possíveis lacunas e vieses.

Para a análise e posterior síntese dos artigos que atenderem aos critérios de inclusão, foi utilizado um quadro sinóptico, construído para esse fim, abrangendo os seguintes aspectos:

autores, título da pesquisa, periódico e ano de publicação, detalhamento metodológico, objetivo, tamanho da amostra, métodos e parâmetros de intervenção, desfecho, eventos adversos, recomendações/conclusões (APÊNDICE 2).

### 3.2.6 Sexta etapa: apresentação da revisão/síntese do conhecimento

Para Mendes, Silveira e Galvão (2008), a revisão integrativa deve incluir informações suficientes que possibilitem ao leitor avaliar a pertinência dos procedimentos empregados na elaboração da revisão, os aspectos relativos ao tópico abordado e o detalhamento dos estudos incluídos. A proposta da revisão integrativa é reunir e sintetizar as evidências disponíveis na literatura e as suas conclusões.

Esta etapa consiste na elaboração do documento que deve contemplar a descrição das etapas percorridas e os principais resultados evidenciados da análise dos artigos incluídos. É um trabalho de extrema importância, pois produz impacto devido ao acúmulo de conhecimento existente sobre a temática pesquisada (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

Nesta etapa, foi redigido um documento contendo a descrição de todas as fases percorridas, de forma criteriosa, apresentando os principais dados obtidos a fim de viabilizar a replicação do estudo e a avaliação dos leitores a respeito dos procedimentos empregados na revisão.

A discussão dos dados obtidos foi descritiva, possibilitando ao leitor uma avaliação da aplicabilidade da revisão integrativa, para que seja atingido o objetivo deste método, impactando positivamente na qualidade da prática de enfermagem e fornecendo subsídios ao enfermeiro na sua tomada de decisão cotidiana no tratamento de feridas.

Para melhor apresentação e discussão dos resultados obtidos, optou-se por criar duas categorias de análise, a saber:

O uso do LBI no tratamento de lesões por pressão;

O uso do LBI no tratamento de úlceras diabéticas.

A revisão integrativa será apresentada na forma de artigo, como produção tecnológica 1 desta dissertação.

### 3.3 Aspectos éticos

O estudo não envolveu pesquisa com seres humanos, pois tratou-se de uma revisão integrativa da literatura, utilizando dados disponíveis nas bases de dados, ciente das normas da Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012 (CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE, 2013), que, no artigo XIII, menciona especificidades éticas de pesquisa nas ciências sociais e humanas, e de outras que utilizam metodologias próprias dessas áreas em resolução complementar.

Conforme o artigo 24 da Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016 (CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE, 2016), todas as etapas preliminares necessárias para que o pesquisador elabore seu projeto não são alvo de avaliação do sistema do Comitê de Ética em Pesquisa/Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CEP/CONEP):

§1º. A avaliação científica dos aspectos teóricos dos projetos submetidos a essa Resolução, compete às instâncias acadêmicas específicas, tais como comissões acadêmicas de pesquisa, bancas de pós-graduação, instituições de fomento à pesquisa, dentre outros. Não cabe ao Sistema CEP/CONEP a análise do desenho metodológico em si (CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE, 2016).

Ainda conforme a Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016 (CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE, 2016), capítulo V do procedimento de Análise Ética, a pesquisa não será registrada nem avaliada pelo sistema supracitado.

### 3.4 Produtos da pesquisa

Os produtos elaborados a partir da análise dos dados obtidos foram quatro; destes, dois foram sistematizados em forma de artigo, e dois constituem produções técnicas.

Produto 01: Artigo intitulado “Tratamento de feridas usando *laser* de baixa intensidade como terapia adjuvante: uma revisão integrativa da literatura”.

Produto 02: Artigo intitulado “Desenvolvimento de um protótipo de protocolo de *laser* de baixa intensidade para tratamento de feridas”.

Produto 03: Produção Técnica – “Protótipo de protocolo de *laser* de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas para enfermeiros”.

Produto 04: Produção Técnica – “Fluxograma de elegibilidade para tratamento com *laser* de baixa intensidade”.



## 4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 Produto 01 – Artigo

#### **Tratamento de feridas usando *laser* de baixa intensidade como terapia adjuvante: uma revisão integrativa da literatura**

**Thaiz Souza Graneiro<sup>1</sup>, Cristiane Rodrigues da Rocha<sup>2</sup>, Lara Raquel Dias Carvalho<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Saúde e Tecnologia no Espaço Hospitalar – Mestrado Profissional (PPGSTEH). Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Escola de Enfermagem, Departamento de Enfermagem Fundamental. Rio de Janeiro – RJ, Brasil

<sup>3</sup> Centro Universitário Unifacid Wyden, Brasil

#### **RESUMO**

Trata-se de uma revisão integrativa de literatura com abordagem qualitativa. O objetivo deste artigo é avaliar os parâmetros relacionados à dosimetria do *laser* de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas mais utilizados nas evidências científicas. Dados foram coletados nas bases Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde e Base de Dados de Enfermagem, pela Biblioteca Virtual em Saúde; *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online*, pela PubMed; *Web of Science*; *Cumulative Index of Nursing and Allied Health* e EMBASE, utilizando-se o filtro temporal de 2016 a 2022. Foram usados os seguintes descritores controlados e não controlados: *low level light therapy*; LLLT; *laser biostimulation*; *laser therapy*; *photobiomodulation*; *wounds and injuries*; *wound healing*; *diabetic foot*; *pressure ulcer*. **Resultados:** Foram analisados 14 estudos a partir de duas categorias temáticas para avaliação dos parâmetros do *laser* de baixa intensidade utilizados nas lesões com as seguintes etiologias: ferida diabética e lesão por pressão. **Conclusão:** Todos os estudos encontraram desfecho positivo com uso de *laser* de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão ou úlceras diabéticas. A maioria recomendou comprimento de onda na faixa do vermelho (658 nm – 660 nm). Houve grande discrepância quanto à energia aplicada, porém a maioria dos trabalhos apresentou uma janela de 3 J/cm<sup>2</sup> a 6 J/cm<sup>2</sup>. A categoria que analisou os estudos com úlcera diabética teve potência de 30 mW na maioria dos artigos. A categoria de lesões por pressão obteve bons resultados com potências de 3,6 mW a 100 mW.

**Palavras-chave:** Terapia com luz de baixa intensidade; Lesão por pressão; Cicatrização; Pé diabético.

## ABSTRACT

This paper is an integrative literature review, under descriptive qualitative design. Its goal is to evaluate the parameters of low intensity laser's dosimetry in the treatment of lesions caused by pressure and diabetes-related ulcers more largely utilized on scientific evidences. Data was collected from Latin American and Caribbean-based literature available on Ciências da Saúde and Base de Dados de Enfermagem, through Biblioteca Virtual em Saúde; Medical Literature Analysis and Retrieval System Online, through PubMed; Web of Science; Cumulative Index of Nursing and Allied Health and EMBASE, filtered by date from 2016 to 2022. The following controlling and non-controlling key-words were used: low level lighttherapy; LLLT; laser biostimulation, laser therapy, photobiomodulation, wounds and injuries; wound healing; diabetic foot; pressure ulcer. **Results:** 14 studies were analyzed according to two thematic categories, so an evaluation of the parameters of the Low Intensity Laser used on lesions could be made, according to the following etiologies: diabetic wound and lesion by pressure. **Conclusion:** All the studies found a positive outlook regarding the use of low intensity laser on the treatment of diabetes-related lesions or the ones caused by pressure. The majority recommended a specific length of red range (558nm-660nm). There were discrepancies regarding the energy applied. Nevertheless, the majority of studies present a window from 3 J/cm<sup>2</sup> to 6 J/cm<sup>2</sup>. The category destined to study diabetes-caused ulcers had the potency of 30mW, on the wide majority of cases. The ones related to lesions caused by pressure showed good results with potencies from 3,6mW to 100mW.

**Keywords:** Low-Level Light Therapy; Pressure ulcer; Wound healing; Diabetic foot.

## INTRODUÇÃO

Na atualidade, cerca de 6,5 milhões de pessoas no mundo sofrem com as consequências diretas e indiretas relacionadas às feridas (Oliveira et al., 2017). As feridas crônicas estão entre as condições de saúde que podem afetar a vida das pessoas por longos anos, muitas vezes causando prejuízo das atividades laborais, o que resulta em aposentadoria precoce e restrições nas atividades de vida e lazer, reduzindo a qualidade de vida em qualquer fase do ciclo da vida. Essas lesões levam a sentimentos de frustração, ansiedade, isolamento, depressão, baixa autoestima e autoconceito negativo (Santos et al., 2017).

Nesse sentido, a rápida recuperação dos clientes deve ser uma preocupação do enfermeiro e as terapias adjuvantes têm auxiliado na conquista desse objetivo e são atribuições legais do exercício profissional de acordo com a Resolução nº 567 (2018), do Conselho Federal de Enfermagem. Dentre as terapias adjuvantes mais utilizadas, o *laser* de baixa intensidade tem se mostrado uma realidade tecnológica aplicável no tratamento de feridas, com resultados positivos em diferentes tipos de lesões (Lipovsky et al., 2008 citado por Bavaresco, 2018; Palagi et al., 2015 citado por Bavaresco, 2018; Watson et al., 2011 citado por Bavaresco, 2018).

As evidências demonstram que esta terapia induz atividades anti-inflamatórias e angiogênicas, como também a neocolagênese formando novos vasos no tecido, que melhoram

o aspecto e a progressão da cicatrização das feridas. Outrossim, em feridas extensas, principalmente em pacientes diabéticos, é eficaz, mesmo que aplicada em diferentes energias e comprimentos de onda na lesão e nas margens (Farias & Catão, 2022; Kasemikhoo et al., 2018).

As questões relativas aos parâmetros da dosimetria no tratamento das feridas são, portanto, divergentes entre os profissionais de saúde, requerendo da comunidade científica maiores estudos sobre o tema para a melhor efetividade do tratamento e segurança do cliente.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa é avaliar os parâmetros relacionados à dosimetria do *laser* de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas mais utilizados nas evidências científicas.

## **METODOLOGIA**

Trata-se de uma revisão integrativa de literatura com abordagem qualitativa. Souza et al. (2010) apontam que a revisão integrativa de literatura proporciona a síntese do conhecimento e a incorporação da aplicabilidade de resultados de estudos significativos na prática.

Para a elaboração desta revisão integrativa, as seguintes etapas foram percorridas, de acordo com Mendes et al. (2008): 1) identificação do tema e seleção da hipótese ou questão de pesquisa para elaboração da revisão integrativa; 2) estabelecimento dos critérios para inclusão e exclusão de estudos/amostragem ou busca na literatura; 3) definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados/categorização dos estudos; 4) avaliação dos estudos incluídos na revisão integrativa; 5) interpretação dos resultados; 6) apresentação da revisão/síntese do conhecimento.

A questão de pesquisa que norteou este estudo foi: Quais são os embasamentos teórico-científicos (*Models or Theories – Moth*) sobre cuidados no uso do *laser* de baixa intensidade em lesões por pressão e úlceras diabéticas em adultos no âmbito ambulatorial e hospitalar (H)? Para tanto, foi utilizado o acrônimo BeHEMOTH, sendo Be – *Behaviour of interest* (Comportamento de interesse), H – *Health context* (Contexto de saúde), E – *Exclusions* (Exclusões) e *Moth – Models or Theories* (Conceitos, Modelos Conceituais ou Teorias).

Os critérios de inclusão definidos para a seleção dos artigos foram publicações em português, espanhol e inglês que retratassem a temática referente aos cuidados e ao uso do *laser* de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas; que contemplassem cuidados ou protocolos clínicos no uso da laserterapia em feridas,

disponíveis on-line , de 2016 a 2022.

Os critérios de exclusão foram: editoriais; cartas; estudos envolvendo animais ou exclusivamente *in vitro* (sem irradiação de feridas em pacientes vivos), estudos que não ofereciam dados referentes à dosimetria e parâmetros utilizados e que envolviam tratamento de feridas de outras etiologias que não lesão por pressão ou úlcera diabética. Estudos envolvendo *laser* de alta intensidade e *light-emitting diode* (LED) também foram excluídos. Revisões que analisaram ensaios clínicos randomizados desenvolvidos em animais ou *in vitro* foram considerados elegíveis.

Foram utilizados, para a busca dos artigos, os seguintes descritores controlados ou não controlados, identificados nos Descritores em Ciências da Saúde, *Medical Subject Headings* e do tesouro próprio *Cumulative Index of Nursing and Allied Health: low level light therapy* OR LLLT OR *laser biostimulation* OR *laser therapy* OR *photobiomodulation therapy* AND *wounds and injuries* OR *wound healing* OR *diabetic foot* OR *pressure ulcer*. A utilização dos descritores foi adaptada às especificações de cada base.

Para o levantamento dos artigos na literatura, foi realizada busca, por meio da plataforma CAFe do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, nas seguintes bases de dados: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde e Base de Dados de Enfermagem, por meio da Biblioteca Virtual em Saúde, *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* através da PubMed, *Web of Science*, *Cumulative Index of Nursing and Allied Health* e EMBASE, com a utilização do filtro de busca temporal de 2016 a 2022 e busca dos descritores nos títulos e resumos das publicações.

## RESULTADOS

Inicialmente, a busca nas bases de dados evidenciou 251 referências, que foram submetidas à avaliação pelos critérios de inclusão. Nesta primeira análise, baseada na leitura dos títulos e resumos, foram selecionados 43 artigos para serem lidos integralmente.

O Quadro 1 apresenta a estratégia de busca utilizada em cada base, bem como o número de estudos selecionados para leitura na íntegra e elegíveis para análise final.

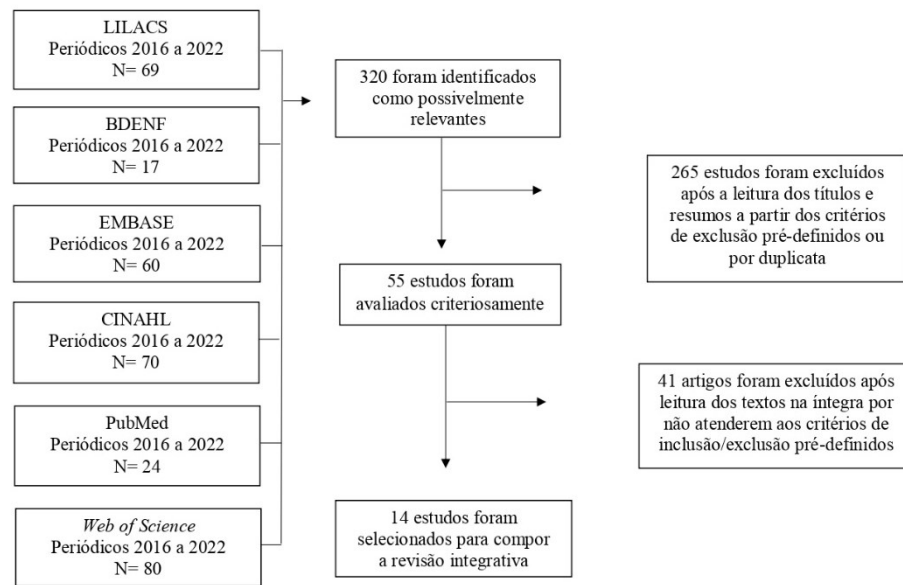
**Quadro 1 – Estratégia de busca**

Base	Estratégia de busca com os filtros	Estudos recuperados	Artigos selecionados para leitura na íntegra
Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde	<i>(low level light therapy)</i> OR (LLLT) OR <i>(laser therapy)</i> OR <i>(laser biostimulation)</i> ) AND (( <i>wounds AND injuries</i> ) OR ( <i>wound healing</i> ) OR ( <i>diabetic foot</i> ) OR ( <i>pressure ulcer</i> )) AND ( <i>fulltext</i> :"1") AND db:("LILACS")) AND ( <i>year cluster</i> : [2016 TO 2022])	69	12
Base de Dados de Enfermagem	(( <i>low level light therapy</i> ) OR (LLLT) OR ( <i>laser therapy</i> ) OR ( <i>laser biostimulation</i> )) AND (( <i>wounds AND injuries</i> ) OR ( <i>wound healing</i> ) OR ( <i>diabetic foot</i> ) OR ( <i>pressure ulcer</i> )) AND ( <i>fulltext</i> :"1" OR "1") AND db:("BDENF")) AND ( <i>year cluster</i> : [2016 TO 2022])	17	10
Web of Science	(TS= (" <i>low level light therapy</i> " OR "LLLT" OR " <i>laser Biostimulation</i> " OR " <i>laser therapy</i> ")) AND TS=(" <i>wounds and injuries</i> " OR " <i>wound healing</i> " OR " <i>diabetic foot</i> " OR " <i>pressure ulcer</i> ") Filtros: ano de publicações: 2016 – 2022 Categorias da <i>Web of Science</i> : Serviços de Ciências da saúde ou Dermatologia OU Enfermagem OU Ciências Multidisciplinares	80	11
PubMed	(( <i>low level light therapy</i> ) OR (LLLT) OR ( <i>laser biostimulation</i> ) OR ( <i>laser therapy</i> )) AND (( <i>wounds and injuries</i> ) OR ( <i>wound healing</i> ) OR ( <i>diabetic foot</i> ) OR ( <i>pressure ulcer</i> )) Filters: Free full text, English, Portuguese, Spanish, MEDLINE, Adult: 19+ years, from 2016 – 2022	24	1
EMBASE	' <i>low level light therapy</i> ' OR 'LLLT' OR ' <i>laser biostimulation</i> ' AND ' <i>wounds and injuries</i> ' OR ' <i>wound healing</i> ' OR ' <i>diabetic foot</i> ' OR ' <i>decubitus</i> ' OR ' <i>pressure ulcers</i> ' AND (2016:py OR 2017:py OR 2018:py OR 2019:py OR 2020:py OR 2021:py OR 2022:py) AND ' <i>human</i> '/de AND ([ <i>adult</i> ]/lim OR [ <i>middle aged</i> ]/lim OR [ <i>young adult</i> ]/lim) AND (' <i>chronic wound</i> '/dm OR ' <i>decubitus</i> '/dm OR ' <i>diabetes mellitus</i> '/dm OR ' <i>diabetic foot</i> '/dm OR ' <i>diabetic neuropathy</i> '/dm OR ' <i>granulation tissue</i> '/dm OR ' <i>skin injury</i> '/dm OR ' <i>ulcer</i> '/dm OR ' <i>ulcer healing</i> '/dm OR ' <i>wound healing</i> '/dm OR ' <i>wound healing impairment</i> '/dm)	60	10
Cumulative Index of Nursing and Allied Health	(( <i>low level light therapy</i> ) OR (LLLT) OR ( <i>laser biostimulation</i> ) OR ( <i>low power laser therapy</i> ) OR ( <i>photobiomodulation therapy</i> )) AND ( <i>wounds and injuries</i> ) OR ( <i>wound healing</i> )	70	11
<b>Total</b>		<b>320</b>	<b>55</b>

Fonte: Autores (2022).

Após a leitura na íntegra dos artigos selecionados, foram excluídos os artigos que não atendiam aos critérios de inclusão e as duplicatas. Assim, para análise e discussão, foram incluídos 14 artigos para compor esta revisão. A Figura 1 demonstra a seleção dos artigos em cada base.

**Figura 1** – Fluxograma estratégia de busca



Fonte: Autores (2022).

Os estudos selecionados foram identificados pela letra A seguida dos números de 1 a 14, conforme a ordem decrescente de publicação.

Para a análise e posterior síntese dos artigos que atenderam aos critérios de inclusão, foi utilizado um quadro sinóptico, construído para esse fim, contemplando os seguintes aspectos: autores, título da pesquisa, periódico e ano de publicação, método/nível de evidência, objetivo, parâmetros utilizados e desfecho. O Quadro 2 exhibe as informações acima descritas.

**Quadro 2 – Síntese dos artigos incluídos na revisão integrativa (continua)**

<b>Número</b>	<b>Título / Autores / Período / Ano</b>	<b>Método / Nível de evidência</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Parâmetros utilizados</b>	<b>Desfecho</b>
A1	<i>The use of low power laser by nurses in the treatment of cutaneous and oral lesions.</i> Armelin et al. Nursing 2019	Revisão integrativa de literatura. Nível de evidência: 2.a	Verificar a produção científica nacional e internacional acerca da utilização do <i>laser</i> de baixa potência pelo enfermeiro no tratamento de feridas, lesões por pressão, mucosite oral e lesões mamilares nos últimos sete anos.	A maioria dos estudos usou comprimento de onda 660 nm. As doses variaram entre 4 J/cm <sup>2</sup> e 6 J/cm <sup>2</sup> e a potência variou entre 10W e 30 mW. A maioria das pesquisas trabalhou com aplicação em modo pontual, distância de 1 cm entre cada ponto, três vezes na semana. Com relação ao tempo de aplicação, apenas dois estudos informaram esses dados. Um usou técnica de varredura por três a quatro minutos no centro da lesão e pontual nas bordas sem mencionar o tempo. O outro fez aplicação pontual por 45 segundos. O período médio de tratamento foi de quatro semanas.	Esta revisão analisou quatro artigos, sendo eles dois relatos de caso, um estudo clínico randomizado e uma revisão de literatura. A revisão de literatura não informou dados relacionados à dosimetria e um estudo de caso teve resultados inconclusivos. O estudo randomizado teve uma amostragem pequena (N=18), mas o grupo <i>laser</i> apresentou melhora significativa em relação ao grupo controle. Um estudo de caso também teve resultados satisfatórios na diminuição da área da ferida após cinco semanas de aplicação de laserterapia.
A2	<i>Effects of laser therapy in the treatment of pressure injuries: a systematic review.</i> Bernardes & Jurado CuidArte, Enferm. 2018	Revisão Sistemática. Nível de evidência: 2.c	Estudar a eficácia da laserterapia no processo de cicatrização de úlceras por pressão.	Melhores resultados com comprimento de onda de 658 nm e doses de 4 a 6 J/cm <sup>2</sup> . Apenas potência de 45 mW foi descrita. Recomenda-se a divisão das feridas em quadrantes de cerca de 2 cm <sup>2</sup> onde cada região deve ser irradiada separadamente. Intervalo entre as aplicações: os estudos que mencionaram este parâmetro usaram aplicação duas vezes na semana.	Neste estudo, não foram descritos todos os parâmetros relacionados à dosimetria de cada artigo analisado. Cinco artigos não forneceram resultados conclusivos quanto à eficácia do uso de <i>laser</i> de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão. Foram observados resultados satisfatórios nos estudos que usaram comprimento de onda na faixa do infravermelho próximo (830 – 904 nm) e do vermelho (658 – 660 nm).

**Quadro 2 – Síntese dos artigos incluídos na revisão integrativa (continuação)**

Número	Título / Autores / Período / Ano	Método / Nível de evidência	Objetivo	Parâmetros utilizados	Desfecho
A3	<p><i>Low-level laser therapy and Calendula officinalis in repairing diabetic foot ulcers.</i></p> <p>Carvalho et al.</p> <p>Rev. Esc. Enferm. USP (Online)</p> <p>2016</p>	<p>Ensaio clínico experimental, controlado, randomizado, prospectivo, intervencionista e quantitativo.</p> <p>Nível de evidência: 4.d</p>	<p>Avaliar os efeitos da laserterapia de baixa intensidade isolada e associada ao óleo de <i>Calendula officinalis</i> no reparo de úlceras do pé diabético.</p>	<p>Grupo <i>laser</i>: Aparelho <i>Laser</i> – fabricante HTM. Comprimento de onda: 658 nm. Potência: 30 mW. Tempo de aplicação: 80 segundos. Fluência: 4 J/cm<sup>2</sup>. Onda contínua, feixe visível, área equivalente a 12,566 mm<sup>2</sup>. Aplicação perpendicular à lesão com contato, modo pontual. A ponteira foi protegida com papel filme transparente. Foram usados óculos de proteção. Frequência: três atendimentos semanais, em dias alternados. Total de 12 atendimentos.</p>	<p>A área da lesão e as queixas de dor diminuíram significativamente nos grupos <i>laser</i> e <i>laser</i> + <i>calêndula</i>.</p>
A4	<p><i>Effects of low-level laser therapy on the healing of foot ulcers in people with diabetes mellitus.</i></p> <p>Brandão et al.</p> <p>Estima (Online)</p> <p>2020</p>	<p>Revisão sistemática.</p> <p>Nível de evidência: 2.b</p>	<p>Identificar os efeitos da laserterapia de baixa intensidade na cicatrização do pé diabético.</p>	<p>O comprimento de onda de todos os estudos transitou na faixa do vermelho (632,8 – 685 nm). As doses variaram de 3 a 10 J/cm<sup>2</sup>. Três estudos trabalharam com 30 mW de potência e dois estudos mencionaram 50mW/cm<sup>2</sup> de densidade de potência. O tempo e intervalo de aplicação de um estudo foi a cada 48 horas por quatro semanas. Em outro, as feridas foram irradiadas diariamente por 15 dias. Dois estudos utilizaram protocolo de três atendimentos semanais em dias alternados, totalizando 12 atendimentos. No último estudo, os pacientes receberam laserterapia seis vezes por semana durante pelo menos duas semanas consecutivas e depois a cada dois dias até a cura completa.</p>	<p>Apesar da grande diferença das doses aplicadas nos seis artigos, todos evidenciaram progressão no reparo tecidual em menor tempo, alívio da dor, ação anti-inflamatória, maior perfusão tecidual e melhor resposta do sistema vascular e nervoso. Os autores afirmam que 12 sessões são suficientes para promover os resultados esperados, além de destacarem a importância da educação em saúde e do controle da doença de base para coadjuvar com o sucesso da terapêutica. As produções científicas indicam que o comprimento de onda próximo a 632,8 nm e dose de 4 J/cm<sup>2</sup> são as mais eficientes.</p>



**Quadro 2 – Síntese dos artigos incluídos na revisão integrativa (continuação)**

Número	Título / Autores / Período / Ano	Método / Nível de evidência	Objetivo	Parâmetros utilizados	Desfecho
A5	<i>Effects of Helium- Neon (HeNe) and Gallium Arsenide (GaAs) lasers associated with prevention guidelines and treatment of pressure ulcers.</i>  Fialho et al.  Rev. med. Minas Gerais (Online)  2017	Artigo de intervenção – estudo de caso.  Nível de evidência: 4.d	Investigar os fatores que interferem na eficácia dos <i>lasers</i> HeNe e AsGa, associando-os à educação em saúde.	Um paciente foi tratado com <i>laser</i> HeNe: marca KW com comprimento de onda 632,8 nm, luz vermelha de emissão contínua, 5 J/cm <sup>2</sup> , 3,6 mW de potência. Dois pacientes foram tratados com <i>laser</i> AsGa: marca KM, comprimento de onda 904 nm, 5 J/cm <sup>2</sup> , potência 25 W (pico) +- 10%, potência média 11 mW, com emissão pulsada em 2000 kHz e duração de pulso 200 ns. Para os dois <i>lasers</i> , a aplicação foi feita na borda em forma pontual de 1 em 1 cm e de modo varredura no leito da ferida. Frequência: duas vezes na semana até a cicatrização das feridas.	O paciente que foi tratado com <i>laser</i> HeNe teve sua ferida cicatrizada após 52 sessões. O paciente 1 tratado com AsGa teve sua lesão cicatrizada após 22 sessões. O paciente 2 tratado com <i>laser</i> AsGa abandonou o tratamento e não seguia as recomendações. Os dois pacientes que tiveram suas lesões cicatrizadas receberam orientações em saúde sobre autocuidado e cuidados com a lesão. Os <i>lasers</i> HeNe e AsGa são eficazes no tratamento de úlceras por pressão juntamente com orientações de autocuidado no manejo dessas feridas.
A6	<i>Laser therapy in wound healing associated with diabetes mellitus.</i>  Sousa & Batista  An. bras. 63continua. (Online)  2016	Pesquisa bibliográfica.  Nível de evidência: 4.a	Verificar o parâmetro mais eficaz na cicatrização de feridas associadas ao <i>diabetes mellitus</i> , bem como o tipo de <i>laser</i> mais usado.	Dos 12 artigos, cinco apresentaram experimentos com <i>laser</i> HeNe, quatro com GaAlAs, dois com AlGaInP e um com GaAs. Os estudos com <i>laser</i> HeNe mostraram 63ontinua63s eficientes com doses entre 3 e 6 J/cm <sup>2</sup> , com maior eficiência nos grupos irradiados com 3 a 5 J/cm <sup>2</sup> . Os estudos usando diodo GaAlAs mostraram efeitos biostimulantes com doses de 10 J/cm <sup>2</sup> e densidade de potência de 0,1 W/cm <sup>2</sup> . As mesmas dosagens com aplicação de 24 segundos também foram bem-sucedidas com AlGaInP. <i>Laser</i> diodo GaAs com densidade de potência de 15 mW/cm <sup>2</sup> na dose de 3,6 J/cm <sup>2</sup> e irradiação a cada 48 horas também foi capaz de controlar a resposta inflamatória.	Apesar da grande discrepância dos parâmetros apresentados e ausência de informações importantes relacionadas à dosimetria, o estudo conclui que os melhores resultados para cicatrização de feridas diabéticas foram os que aplicaram densidade de energia na faixa de 3–5 J/cm <sup>2</sup> , densidade de potência ≤ 0,2 W/cm <sup>2</sup> e emissão contínua. O <i>laser</i> He-Ne com comprimento de onda de 632,8 nm foi o mais amplamente utilizado.

**Quadro 2 – Síntese dos artigos incluídos na revisão integrativa (continuação)**

Número	Título / Autores / Período / Ano	Método / Nível de evidência	Objetivo	Parâmetros utilizados	Desfecho
A7	<i>Effect of laser therapy on expression of angiogenic factors, and cytokine concentrations during the healing process of human pressure ulcers.</i>  Taradaj et al.  Int. j. med. sci. 2018	Ensaio clínico randomizado  Nível de evidência: 3.c	Avaliar o efeito da irradiação a <i>laser</i> em diferentes comprimentos de onda, 940, 808, 658 nm, na expressão de fatores de crescimento selecionados e mediadores inflamatórios em estágio particulares do processo de cicatrização de feridas.	Frequência da terapia a <i>laser</i> : uma vez por dia, cinco vezes na semana durante um mês. Dispositivos usados: EzLase 940 ( <i>Biolase Technology</i> , Estados Unidos) e <i>Rainbow Drops</i> com sonda <i>SIX Laser 658 TS (Cosmogamma Group</i> , Indonésia). Tamanho do ponto do <i>laser</i> : 0,1 cm <sup>2</sup> ao escanear a superfície da úlcera com um aplicador em forma de cone (movimento composto com uma frequência de 20 Hz ao longo do eixo das ordenadas e 0,5 Hz ao longo do eixo das abcissas). O aplicador foi aplicado sem contato a uma distância de 2 cm da ferida. A duração de tempo do protocolo dependia do tamanho da ferida. Dose média: de 4 J/cm <sup>2</sup> .	A cicatrização efetiva de lesões por pressão está ligada ao comprimento de onda de 658 nm. Os autores acreditam que esse efeito está relacionado à inibição de processos inflamatórios na ferida, estimulação da angiogênese e proliferação de fibroblastos nessa radiação específica. A terapia a <i>laser</i> com comprimentos de onda de 940 e 808 nm não afetou significativamente os processos de reparo nas lesões por pressão.
A8	<i>Laser photobiomodulation in pressure ulcer healing of human diabetic patients: Gene expression analysis of inflammatory biochemical markers.</i>  Ruh et al.  Lasers med. sci. 2018	Estudo quase-experimental  Nível de evidência: 3.d	Avaliar os efeitos da LLLT no aspecto macroscópico e na expressão de mRNA de genes relacionados à cicatrização de feridas em pacientes diabéticos com úlceras por pressão.	Aparelho usado: TheraLase (DMC, São Carlos – Brasil). Comprimento de onda: 660 nm (InGaAIP). Potência de saída 100 mW. Densidade de energia: 2 J/cm <sup>2</sup> . As irradiações foram feitas ao redor da lesão, com emissor em suporte plástico posicionado perpendicularmente e a 0,5 cm de distância do tecido. Distância entre pontos: 2 cm. Tempo de irradiação em cada ponto: 12 segundos. Frequência de aplicação: uma vez ao dia por 12 dias consecutivos, totalizando 12 aplicações.	Houve redução do tamanho das feridas macroscopicamente. Houve aumento dos níveis de VEGF e TGF- $\beta$ após o tratamento e diminuição dos níveis de TNF- $\alpha$ . As feridas tiveram contração média de 50% após sete dias de tratamento.

**Quadro 2 – Síntese dos artigos incluídos na revisão integrativa (continuação)**

Número	Título / Autores / Período / Ano	Método / Nível de evidência	Objetivo	Parâmetros utilizados	Desfecho
A9	<p><i>A systematic review of low-level light therapy for treatment of diabetic foot ulcer.</i></p> <p>Tchanque-Fossuo et al.</p> <p>Wound repair regen. 2016.</p>	<p>Revisão sistemática</p> <p>Nível de evidência: 1.a</p>	<p>Examinar se o uso clínico de LLLT é eficaz na cura de DFU em 12 e 20 semanas em comparação com o tratamento padrão, e fornecer recomendações baseadas em evidências e futuras diretrizes clínicas para o tratamento de DFU usando LLLT.</p>	<p>Dosimetria dos estudos clínicos randomizados estudados:</p> <p>Estudo 1: os pacientes do braço tratamento receberam LLLT com comprimento de onda 660 nm e 850 nm, densidade de potência de 60 mW/cm<sup>2</sup>, fluência de 2 a 4 J/cm<sup>2</sup>, uma vez ao dia por 15 dias.</p> <p>Estudo 2: os pacientes do braço tratamento receberam comprimento de onda 685 nm, densidade de potência 50 mW/cm<sup>2</sup>, fluência de 10 J/cm<sup>2</sup>, tempo de irradiação de 200 segundos. A intervenção aconteceu seis vezes por semana durante pelo menos duas semanas consecutivas, depois a cada dois dias até a cura completa.</p> <p>Estudo 3: os pacientes do braço tratamento receberam comprimento de onda 400- 800 nm, densidade de potência 180 mW/cm<sup>2</sup>, fluência não especificada.</p> <p>Estudo 4 - os pacientes do grupo tratamento receberam LLLT com comprimentos de onda visível e invisível (660–890 nm), densidade de potência de 100mW/cm<sup>2</sup>, fluência 3 J/cm<sup>2</sup> com tempo de irradiação de 30 segundos, duas vezes por semana até a cura ou no máximo 90 dias.</p>	<p>Os autores concluíram que os estudos incluídos nesta revisão demonstraram melhores resultados de cura com LLLT, sem eventos adversos. Embora não haja estudos sobre a relação custo-eficácia da LLLT para DFU, a literatura sugere que a laserterapia pode reduzir significativamente o custo associado ao tratamento, além de diminuir o risco de amputação e mortalidade. Por fim, com base em experimentos <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> publicados e nos avanços técnicos em diodos <i>laser</i> baseados em semicondutores, os autores recomendam o uso de unidades <i>multiprobes</i> com diodos <i>cluster</i>, com comprimento de onda de 660 e 890 nm, densidade de potência de 50 mW/cm<sup>2</sup>, fluência de 2 J/cm<sup>2</sup>, tempo de irradiação de 30 segundos e distância de 1 cm da ferida.</p>

**Quadro 2 – Síntese dos artigos incluídos na revisão integrativa (continuação)**

<b>Número</b>	<b>Título / Autores / Período / Ano</b>	<b>Método / Nível de evidência</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Parâmetros utilizados</b>	<b>Desfecho</b>
A10	<i>Low-level laser therapy as an adjunct to conventional therapy in the treatment of diabetic foot ulcers.</i> Mathur et al. Lasers med. sci. 2017.	Ensaio clínico randomizado Nível de evidência: 3.e	Realizar um estudo randomizado controlado com placebo sobre o efeito da luz vermelha (660 +- 20 nm) na cicatrização de DFU.	Foi usada fonte portátil à base de <i>laser</i> diodo (660 +- 20 nm) fabricado na RRCAT com feixe colimado de 20 mm de diâmetro. A fonte foi mantida a mais ou menos 1 pé acima da superfície da úlcera e a densidade de potência no plano da amostra foi de 50 mW/cm <sup>2</sup> . Dependendo da área da ferida, a irradiação de luz foi realizada em 5 a 8 pontos separados espacialmente para que toda a área da ferida fosse irradiada. Foi entregue uma fluência de aproximadamente 3 J/cm <sup>2</sup> para cada exposição, mantendo o tempo de irradiação fixo em 60 segundos. As feridas foram expostas à luz diariamente por 15 dias.	As feridas do grupo tratado com LLLT contraíram significativamente mais que o grupo controle (37,2% x 15,12%) com p<0,001. A maioria das feridas do grupo LLLT estava desprovida de pus e exibia granulação em contraste com as feridas do grupo controle, que apresentaram mais pus e menos granulação, exigindo mais desbridamentos e troca de curativos. O grupo <i>laser</i> também relatou melhora da dor neste período.
A11	<i>Photobiomodulation: a systematic review and meta-analysis of the most used parameters in the resolution of diabetic foot ulcers.</i> Mendes-Costa et al. Lasers med. sci. 2021	Revisão sistemática com meta-análise. Nível de evidência: 1.a	Elaboração de uma revisão sistemática sobre os parâmetros de PBM utilizados nos últimos 5 anos no tratamento de feridas de pé diabético.	Entre os quatro artigos analisados que avaliaram a ação do <i>laser</i> no tratamento de feridas diabéticas, os parâmetros mais comuns foram: comprimento de onda visível que variou de 632,8 a 660 nm, modo contínuo com aplicação pontual, potência de 30 mW e dose que variou de 3 a 6 J/cm <sup>2</sup> (dois estudos utilizando 4J/cm <sup>2</sup> ).	A maioria dos estudos analisados não apresentou os parâmetros detalhados de suas respectivas aplicações. A PBM foi reconhecida como eficaz nos ensaios clínicos estudados.

**Quadro 2 – Síntese dos artigos incluídos na revisão integrativa (continuação)**

Número	Título / Autores / Período / Ano	Método / Nível de evidência	Objetivo	Parâmetros utilizados	Desfecho
A12	<i>Effects of low- power light therapy on the tissue repair process of chronic wounds in diabetic feet.</i> Santos et al. Photomed. laser surg. 2018	Ensaio clínico randomizado, com método experimental prospectivo de natureza qualitativa e quantitativa.  Nível de evidência: 3.e	Analisar a eficácia do uso terapêutico da LLLT no processo de reparação tecidual de feridas crônicas em pacientes com pés diabéticos.	Equipamento Laserpulse (Indústria Brasileira de Equipamentos Médicos) com comprimento de onda 660 nm, potência de 30 mW e dosagem de 6 J/cm <sup>2</sup> . Densidade de potência: 0,49 W/cm <sup>2</sup> . Diâmetro do ponto: 0,28 cm. Tamanho do ponto: 0,06 cm <sup>2</sup> . Tempo de tratamento por ponto: 13 segundos. Caneta perpendicular à borda da lesão, em modo pontual com contato e ponta protegida por filme PVC. Distância entre os pontos de 1 cm, onda contínua e espectro vermelho visível feixe. A troca de cobertura e as sessões de irradiação LLLT foram realizadas a cada 48 horas, totalizando 16 sessões em 4 semanas.	Os resultados indicam diferença no nível de cicatrização entre os Grupos Controle e Laser. O grupo Laser apresentou excelente resposta no processo de reparo tecidual com diferença significativa (p < 0,013) quando comparado ao Controle.
A13	<i>Diabetic foot wounds treated with human amniotic membrane and low-level laser therapy: A pilot clinical study.</i> Santos et al. Wound Manag Prev (Online) 2021	Estudo clínico piloto.  Nível de evidência: 3.e	Comparar a LLLT e a HAM em úlceras de pé diabético em pacientes com diabetes mellitus no que diz respeito à redução da área da ferida, bem como aos efeitos no PUSH e nos escores de dor.	Foi usado equipamento Laserpulse (Indústria Brasileira de Equipamentos Médicos) com comprimento de onda 660 nm, potência de 30mW e dosagem de 6 J/cm <sup>2</sup> . Densidade de potência: 0,49 W/cm <sup>2</sup> . Diâmetro do ponto: 0,28 cm. Tamanho do ponto: 0,06 cm <sup>2</sup> . Tempo de tratamento por ponto: 13 segundos. Caneta perpendicular	A redução da área da ferida, bem como os escores de PUSH e VAS mostraram melhora significativamente maior ao longo do tempo para os pacientes que receberam LLLT ou HAM do que para o grupo controle, mas as diferenças entre os grupos não foram significativas.

**Quadro 2 – Síntese dos artigos incluídos na revisão integrativa (conclusão)**

Número	Título / Autores / Período / Ano	Método / Nível de evidência	Objetivo	Parâmetros utilizados	Desfecho
A13	–	–	–	à borda da lesão, em modo pontual com contato e ponta protegida por filme PVC. Distância entre os pontos de 1 cm, onda contínua e espectro vermelho visível feixe. A troca de cobertura e as sessões de irradiação LLLT foram realizadas a cada 48 horas, totalizando 16 sessões em quatro semanas.	–
A14	<i>Photobiomodulation and diabetic foot and lower leg ulcer healing: A narrative synthesis.</i> Sutton et al. The Foot 2021	Pesquisa bibliográfica nas bases eletrônicas. Nível de evidência: 1.b	Fornecer uma revisão narrativa abrangente e uma avaliação crítica da pesquisa que investigou a FBM como tratamento para promover a cicatrização do pé diabético humano e da úlcera de perna.	Os comprimentos de onda usados nos estudos variaram de 625 nm a 904 nm. A irradiância variou de 0,015 a 0,51 W/cm <sup>2</sup> e a densidade de energia de 1,5 a 10 J/cm <sup>2</sup> . A maioria dos estudos usou como dose 3 – 6 J/cm <sup>2</sup> . A maioria dos estudos tiveram sessões três vezes na semana ou em dias.	A FBM mostrou potencial para ser um tratamento eficaz no gerenciamento de DFU quando realizado em conjunto com as recomendações de melhores práticas. As características de PBM mais bem sucedidas para cicatrização de DFU são luz vermelha entre 630 nm e 660 nm ou comprimentos de onda infravermelhos de 850 ou 890 nm e exposições radiantes entre 3 J/cm <sup>2</sup> a 6 J/cm <sup>2</sup> . A FBM pode ser usado para tratar DFU superficiais ou profundos, mas são necessárias mais pesquisas para confirmar os efeitos em feridas complicadas por infecção ou isquemia.

Legenda: DFU – *Diabetic Foot Ulcer*; GaAs – *Gallium Arsenide*; HAM – Membrana Amniótica Humana; HeNe – *Helium-Neon*; LLLT – *Low Level Light Therapy*; Mrna – Ácido Ribonucleico mensageiro; PBM – *Photobiomodulation*; PUSH – *Pressure Ulcer Scale For Healing*; TGF-β – Fator de Crescimento Transformador Beta; TNF-α – Fator de Necrose Tumoral Alfa; VAS – *Visual Analog Scale*; VEGF – Fator de Crescimento Endotelial Vascular.

Fonte: Os autores (2022).

Dentre os estudos inclusos nesta revisão, quanto às suas origens, 10 (71,42%) são do Brasil, um (7,14%) dos Estados Unidos da América, um (7,14%) da Índia, um (7,14%) da Polônia e um (7,14%) do Canadá.

Com relação ao delineamento metodológico, quatro (28,57%) são ensaios clínicos randomizados; quatro (28,57%) revisões sistemáticas; duas (14,28%) pesquisas bibliográficas; uma (7,14%) revisão integrativa; um (7,14%) estudo de caso; um (7,14%) estudo quase experimental; um (7,14%) estudo clínico piloto.

Quanto ao nível de evidência, de acordo com os níveis estabelecidos pelo *Joanna Briggs Institute* (2013), três (21,42%) foram classificados como nível 1; três (21,42%) como nível 2; cinco (35,71%) como nível 3; e três (21,42%) como nível 4.

Não foram descritos eventos adversos em nenhum estudo analisado.

## DISCUSSÃO

Os dados foram discutidos a partir de duas categorias temáticas: Uso de *laser* de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão e Uso de *laser* de baixa intensidade no tratamento de úlceras diabéticas.

### **Categoria 1: Uso de *laser* de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão**

Esta categoria contemplou a análise de cinco estudos, dos quais dois foram artigos de revisão, um estudo de caso, um ensaio clínico randomizado e um estudo quase experimental.

Nos dois estudos de revisão analisados, observou-se que o comprimento de onda vermelho (658 – 660 nm) foi o responsável pelos melhores resultados relacionados à cicatrização (Armelin et al., 2019; Bernardes & Jurado, 2018). Entretanto, Bernardes e Jurado também encontraram estudos com resultado satisfatório com comprimento de onda na faixa do infravermelho, entre 830 e 904 nm.

Um estudo de caso analisou três pacientes portadores de lesão por pressão e usou, de forma aleatória, *laser* He-Ne com comprimento de onda 632,8 nm e AsGa 904 nm. Um paciente abandonou o tratamento e os outros dois (cada um tratado com um *laser*) tiveram suas lesões cicatrizadas. Nesse estudo, além dos curativos diários e da aplicação do *laser* de baixa intensidade, ambos os pacientes receberam orientações relacionadas à educação em saúde (Fialho et al., 2017).

Tarajad et al. (2018) desenvolveram um ensaio clínico randomizado com o objetivo de avaliar o efeito da irradiação *laser* em diferentes comprimentos de onda 940, 808 e 658 nm na expressão de fatores de crescimento selecionados e mediadores inflamatórios em estágios

particulares do processo de cicatrização de feridas. As mudanças positivas nos níveis de interleucina (IL)-2, IL-6 e TNF- $\alpha$  no soro e de TNF- $\alpha$ , VEGF e TGF- $\beta$  na ferida parecem estar ligadas ao comprimento de onda de 658 nm. Os autores acreditam que esse efeito está relacionado à inibição de processos inflamatórios na ferida, estimulação da angiogênese e proliferação de fibroblastos nessa radiação específica. Por outro lado, a terapia a *laser* com comprimentos de onda de 940 e 808 nm não afetaram significativamente os processos de reparo nas lesões por pressão, explicando sua baixa eficácia no tratamento de lesões por pressão.

Ruh et al. (2018), em um estudo quase experimental, avaliaram oito pacientes do Hospital da Santa Casa de Misericórdia de Ponta Grossa, diabéticos e com lesões por pressão grau 2, 3 ou 4, de acordo com o *National Pressure Ulcer Advisory Panel*. Foi usado aparelho Thera Lase (DMC, São Carlos – Brasil) com comprimento de onda 660 nm (InGaAIP). As feridas tiveram contração média de 50% após sete dias de tratamento. Houve aumento dos níveis de VEGF e TGF- $\beta$  após o tratamento e diminuição dos níveis de TNF- $\alpha$ . Esses resultados coincidem com os achados de Tarajad et al. (2018).

Em relação às potências, variaram entre 3,6 mW a 100 mW, porém dois estudos não mencionaram esses dados. Já as doses transitaram entre 2 J/cm<sup>2</sup> e 6 J/cm<sup>2</sup>, com destaque para 4 J/cm<sup>2</sup>, dose encontrada nas duas revisões e no ensaio clínico analisado (Armelin et al., 2019; Bernardes & Jurado, 2018; Tarajad et al., 2018). Armelin et al. citam que doses acima de 10 J/cm<sup>2</sup> podem causar efeitos indesejados ao tecido.

A distância entre os pontos recomendada foi de 1 a 2 cm. A maioria não informou se a aplicação foi realizada com contato do *laser* no leito da ferida, porém em dois estudos a aplicação foi realizada a uma distância de 0,5 cm e 2 cm do leito da lesão (Ruh et al., 2018; Tarajad et al., 2018).

Dois estudos mencionaram o modo de emissão pulsado com 2000 kHz e duração de 200 ns (Fialho et al., 2017) e frequências de 20 Hz ao longo do eixo das ordenadas e 0,5 Hz ao longo do eixo das abcissas (Tarajad et al., 2018). Os demais estudos usaram modo de emissão contínuo.

A recomendação da técnica varredura no leito da lesão com aplicação pontual nas bordas esteve presente em um estudo analisado na revisão integrativa de Armelin et al. (2019) e no estudo de caso de Fialho et al. (2017). A maioria dos estudos, entretanto, utilizou método de aplicação pontual.

Houve uma grande divergência nos protocolos de irradiação com relação à frequência de aplicação. Em um estudo, as feridas foram irradiadas diariamente por 12 dias consecutivos



(Ruh et al., 2018); em outro, a aplicação foi feita cinco vezes na semana, diariamente durante um mês (Tarajad et al., 2018). Também foram observadas frequências de aplicação duas e três vezes na semana com resultados positivos.

A variável tempo de aplicação por ponto foi pouco mencionada nos estudos avaliados. Para técnica pontual, variou de 12 a 45 segundos (Armelin et al., 2019; Ruh et al., 2018). Já para técnica por varredura, apenas o estudo de caso analisado na revisão de Armelin et al. mencionou variação de tempo de aplicação em torno de três a quatro minutos.

Esta categoria foi contemplada com apenas um ensaio clínico randomizado com uma amostra de 67 pacientes, tendo avaliado diferentes comprimentos de onda, o que compromete o nível de evidência dos dados apresentados.

Todos os artigos reconheceram a laserterapia como eficaz na cicatrização de lesões por pressão.

## **Categoria 2: Uso de *laser* de baixa intensidade no tratamento de úlceras diabéticas**

Esta categoria contemplou a análise profunda de nove estudos acerca do uso da laserterapia no tratamento de úlceras do pé diabético (DFU), dos quais três ensaios clínicos randomizados, três artigos de revisão, duas pesquisas bibliográficas e um estudo clínico piloto.

Os três ensaios clínicos randomizados foram realizados com comprimento de onda na faixa do vermelho. Carvalho et al. (2016) trabalharam com comprimento de onda de 658 nm. Mathur et al. (2017) e Santos et al. (2018) utilizaram comprimento de onda de 660 nm em seus estudos. O mesmo comprimento de onda foi usado por Santos et al. (2021) em seu estudo clínico piloto. Duas pesquisas bibliográficas e uma revisão sistemática analisaram estudos que tiveram bons resultados com comprimento de onda na faixa do infravermelho próximo, variando de 780 nm a 890 nm (Sousa & Batista, 2016; Sutton et al., 2021; Tchanque-Fossuo et al., 2016).

As fluências variaram de 1,5 J/cm<sup>2</sup> a 10 J/cm<sup>2</sup>. Os ensaios clínicos randomizados tiveram fluência variando entre 3 J/cm<sup>2</sup> e 6 J/cm<sup>2</sup> (Carvalho et al., 2016; Mathur et al., 2017; Santos et al., 2018). Uma variação de dose similar foi recomendada nas pesquisas bibliográficas e revisões sistemáticas analisadas (Brandão et al., 2020; Mendes-Costa et al., 2021; Sousa & Batista, 2016; Sutton et al., 2021; Tchanque-Fossuo et al., 2016).

Dois ensaios clínicos randomizados trabalharam com potência de 30 mW (Carvalho et al., 2016; Santos et al., 2018). Dados relacionados à densidade de potência (razão entre potência radiada e área coberta pelo feixe emitido) também foram mencionados nos estudos

de revisão analisados e em um estudo clínico randomizado com predominância de 50 mW/cm<sup>2</sup>. Sutton et al. (2021) destacaram em sua revisão que todos os estudos que relataram usar uma densidade de potência de 0,05 W/cm<sup>2</sup> obtiveram resultados estatisticamente significativos. Isto sugere que uma irradiância de 0,05 W/cm<sup>2</sup> é benéfica para a cicatrização de DFU. Não ficou claro, no entanto, se 0,05 W/cm<sup>2</sup> é um valor de corte mínimo para irradiância efetiva.

Todos os estudos analisados que mencionaram esses parâmetros recomendaram aplicação pontual com modo contínuo.

Com relação à frequência de aplicação, houve grande discrepância nos parâmetros estudados. Mathur et al. (2017) irradiaram os pacientes diariamente por 15 dias. A maioria dos estudos, entretanto, recomendou aplicação três vezes por semana ou em dias alternados.

Todos os artigos reconheceram a laserterapia como eficaz na cicatrização de DFU. Foram observadas limitações como tamanho da amostra pequena e pouco detalhamento na descrição das feridas e dos pacientes. Além disso, apenas três estudos clínicos randomizados foram analisados nesta categoria. Todos com amostra pequena (18 a 32 pacientes).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo observou-se que todas as pesquisas analisadas recomendaram o uso de *laser* de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão ou úlceras diabéticas. A maioria dos estudos indicou o comprimento de onda na faixa do vermelho (658 nm – 660 nm). Houve grande discrepância quanto à densidade de energia, porém a maior parte dos trabalhos recomendou uma janela de 3 J/cm<sup>2</sup> a 6 J/cm<sup>2</sup>. A maioria dos estudos relacionados à DFU trabalharam com potência de 30 mW, mas a categoria de lesões por pressão obteve bons resultados com potências que variaram de 3,6 mW a 100mW. Com relação à frequência de tratamento, a maioria dos estudos recomendou aplicação três vezes na semana ou em dias alternados, de modo pontual, com contato e emissão contínua.

A literatura estudada apontou alguns problemas na descrição dos parâmetros utilizados. Informações importantes, como a largura do feixe, foram omitidas na maioria dos artigos. Tememos que a energia aplicada (J) tenha sido descrita erroneamente como densidade de energia (J/cm<sup>2</sup>). A ausência de uniformidade nos parâmetros apresentados inviabilizou a padronização e as comparações entre os resultados. Nem todos os estudos forneciam todas as informações necessárias para a indicação de uma dosimetria seguramente aplicável.

Sugere-se o desenvolvimento de metodologias de pesquisa utilizando um padrão de parâmetros que contemplem informações como comprimento de onda, densidade de energia,

potência, densidade de potência, tamanho do feixe óptico, tipo de regime de operação do *laser* (contínuo ou pulsado), modo de aplicação (pontual ou varredura), tempo de tratamento, frequência do pulso (taxa de repetição), número de tratamentos e características do tecido irradiado, para que tenhamos estudos mais completos e comparáveis entre si, o que propiciaria o desenvolvimento de protocolos clínicos mais precisos.

## REFERÊNCIAS

- Armelin, M. V. A. L., Saraiva, K. V. O., Corazza, A. V., Silva, G. D., Jurado, S. R., & Sanchez, A. (2019). The use of low power laser by nurses in the treatment of cutaneous and oral lesions. *Nursing (São Paulo)*, 22(253), 3006–3010. <http://www.revistanursing.com.br/revistas/253/pg114.pdf>
- Bavaresco, T. (2018). O efeito do laser de baixa potência no tratamento de úlceras venosas avaliado pela Nursing Outcomes Classification (NOC): Ensaio clínico randomizado [Tese de doutorado, Escola de Enfermagem]. Repositório Científico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/186135>
- Bernardes, L. O., & Jurado, S. R. (2018). Effects of laser therapy in the treatment of pressure injuries: A systematic review. *CuidArte, Enferm.*, 9(3), 2423–2434. <https://doi.org/10.15649/cuidarte.v9i3.574>
- Brandão, M. G. S. A., Ximenes, M. A. M., Ramalho, A. O., Veras, V. S., Barros, L. M., & Araújo, T. M. (2020). Effects of low-level laser therapy on the healing of foot ulcers in people with diabetes mellitus. *Estima (Online)*, 18, e0320. [https://doi.org/10.30886/estima.v18.844\\_PT](https://doi.org/10.30886/estima.v18.844_PT)
- Carvalho, A. F. M., Feitosa, M. C. P., Coelho, N. P. M. F., Rebêlo, V. C. N., Castro, J. G., Sousa, P. R. G., Feitosa, V. C., & Arisawa, E. A. S. (2016). Low-level laser therapy and *Calendula officinalis* in repairing diabetic foot ulcers. *Rev. Esc. Enferm. USP (Online)*, 50(4), 628–634. <https://doi.org/10.1590/S0080-623420160000500013>
- Conselho Federal de Enfermagem. (2018). Resolução n. 567, de 29 de janeiro de 2018. Aprova o Regulamento da atuação da Equipe de Enfermagem no Cuidado aos pacientes com feridas. *Cofen*.
- Farias, L. G., & Catão, M. H. C. V. (2022). Uso do laser de baixa intensidade e LED no processo de cicatrização de feridas: Uma revisão. *Research, Society and Development*, 11(4), e55811427722. <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/27722/24198>
- Fialho, L. M. F., Baron, M. V., Brandenburg, C., & Martins, A. B. T. (2017). Effects of Helium-Neon (HeNe) and Gallium Arsenide (GaAs) lasers associated with prevention guidelines and treatment of pressure ulcers. *Rev. med. Minas Gerais (Online)*, 27, e-1856. <http://www.dx.doi.org/10.5935/2238-3182.20170051>

- The Joanna Briggs Institute. (2013). *New JBI Levels of Evidence*. <https://nursing.lsuhsu.edu/JBI/docs/LevelsEvidence/JBI-Levels-of-evidence.pdf>
- Kazemikhoo, N., Vaghardoost, R., Dahmardehei, M., Mokmeli, S., Momeni, M., Nilforoushzadeh, M. A., Ansari, F., Razzaghi, M. R., Razzaghi, Z., Amir, M., & Masjedi, A. M. R. (2018). Evaluation of the effects of low level laser therapy on the healing process after skin graft surgery in burned patients (a randomized clinical trial). *Lasers med. sci.*, *9*(2), 139–143. <https://journals.sbmu.ac.ir/jlms/article/view/15076>
- Mathur, R. K., Sahu, K., Saraf, S., Patheja, P., Khan, F., & P. K. Gupta. (2017). Low-level laser therapy as an adjunct to conventional therapy in the treatment of diabetic foot ulcers. *Lasers med. sci.*, *32*, 275–282. <https://doi.org/10.1007/s10103-016-2109-2>
- Mendes, K. S., Silveira, R. C. C. P., & Galvão, C. M. (2008). Revisão integrativa: Método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto & contexto enferm. (Online)*, *17*(4), 758–764. <https://doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018>
- Mendes-Costa, L. S., Lima, V. G., Barbosa, M. P. R., Santos, L. E., Rosa, S. S. R. F., Tatmatsu-Rocha, J. C. (2021). Photobiomodulation: Systematic review and meta-analysis of the most used parameters in the resolution diabetic foot ulcers. *Lasers med. sci.*, *36*(3), 1129–1138. <https://doi.org/10.1007/s10103-020-03192-y>
- Oliveira, F. P., Santana, R. F., Silva, B. P., Candido, J. S. C., Tosin, M. H. S., & Oliveira, B. G. R. B. (2017). Diagnósticos de enfermagem na assistência ambulatorial ao paciente com ferida: Mapeamento cruzado. *Rev. Enferm. UERJ (Online)*, *25*, e20028. <https://doi.org/10.12957/reuerj.2017.20028>
- Ruh, A. C., Frigo, L., Cavalcanti, M. F. X. B., Svidnicki, P., & Vicari, V. N. (2018). Laser photobiomodulation in pressure ulcer healing of human diabetic patients: Gene expression analysis of inflammatory biochemical markers. *Lasers med. sci.*, *33*(1), 165–171. <https://doi.org/10.1007/s10103-017-2384-6ff>
- Santos, J. A. F., Campelo, M. B. D., Oliveira, R. A., Nicolau, R. A., Rezende, V. E. A., & Arisawa, E. A. S. (2018). Effects of low-power light therapy on the tissue repair process of chronic wounds in diabetic feet. *Photomed. laser surg.*, *36*(6), 298–304. <https://doi.org/10.1089/pho.2018.4455>
- Santos, J. A. F., Nicolau, R. A., Sant'Anna, L. B., Paterno, J. C., Cristovam, P. C., Gomes, J. A. P., Santos, J. D. M., & Arisawa, E. A. S. (2021). Diabetic foot wounds treated with human amniotic membrane and low-level laser therapy: A pilot clinical study. *Wound Manag Prev (Online)*, *67*(8), 16–23. <https://europepmc.org/article/med/34370677>
- Santos, V. L. C. G., Oliveira, A. S. O., Amaral, A. F. S., Nishi, E. T., Junqueira, J. B., & Kim, S. H. P. (2017). Qualidade de vida de pessoas com feridas crônicas: Magnitude das mudanças e fatores preditivos. *Rev. Esc. Enferm. USP (Online)*, *51*, e03250. <https://doi.org/10.1590/S1980-220X2016049603250>
- Sousa, R. G., & Batista, K. N. M. (2016). Laser therapy in wound healing associated with diabetes mellitus. *An. bras. dermatol. (Online)*, *91*(4), 489–493. <https://doi.org/10.1590/abd1806-4841.20163778>

Souza, M. T., Silva, M. D., & Carvalho, R. (2010). Revisão integrativa: O que é e como fazer. *Einstein (São Paulo)*, 8(1), 102–106. <https://doi.org/10.1590/S1679-45082010RW1134>

Sutton, E., Ganie, S., Chan, C., Kaur, A., & Nussbaum, E. (2021). Photobiomodulation and diabetic foot and lower leg ulcer healing: A narrative synthesis. *The Foot*, 48, 101847. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foot.2021.101847>

Taradaj, J., Shay, B., Dymarek, R., Sopel, M., Walewicz, K., Beeckman, D., Schoonhoven, L., Gefen, A., & Rosińczuk, J. (2018). Effect of laser therapy on expression of angio- and fibrogenic factors, and cytokine concentrations during the healing process of human pressure ulcers. *Int. j. med. sci.*, 15(11), 1105–1112. <https://doi.org/10.7150/ijms.25651>

Tchanque-Fossuo, C. N., Ho, D., Dahle, S. E., Koo, E., Li, C. S., Isseroff, R. R., & Jagdeo, J. (2016). A systematic review of low-level light therapy for treatment of diabetic foot ulcer. *Wound repair regen.*, 24(2), 418–426. <https://doi.org/10.1111/wrr.12399>

### 4.3 Produto 03 – Produção Técnica

## PROTÓTIPO DE PROTOCOLO DE *LASER* DE BAIXA INTENSIDADE NO TRATAMENTO DE LESÕES POR PRESSÃO E ÚLCERAS DIABÉTICAS PARA ENFERMEIROS

**Thaiz Souza Graneiro<sup>1</sup>, Cristiane Rodrigues da Rocha<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Saúde e Tecnologia no Espaço Hospitalar – Mestrado Profissional (PPGSTEH). Rio de Janeiro – RJ, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Escola de Enfermagem, Departamento de Enfermagem Fundamental. Rio de Janeiro – RJ, Brasil

### **Resumo da Produção Técnica e Tecnológica (PTT)**

**Objetivo:** Fornecer parâmetros relacionados ao uso de *laser* de baixa intensidade (LBI) no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas. **Tipologia/Estratificação da produção técnica:** A intervenção está inserida no eixo de produção técnica do tipo desenvolvimento de produto – 42, subtipologia: Manual/Protocolo. Trata-se de um Protocolo Tecnológico Experimental classificado com a estratificação T1. **Método:** Estudo metodológico com produção tecnológica de um protótipo de protocolo de LBI no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas a partir de uma revisão integrativa de literatura. **Resultados:** O protótipo de protocolo foi construído e estruturado com base em três domínios: antes do procedimento (10 ações), durante o procedimento (9 ações) e após o procedimento (10 ações). **Conclusão:** A literatura apontou grandes discrepâncias quanto aos parâmetros utilizados de LBI em feridas. Dessa maneira, optou-se por construir um protótipo de protocolo com os parâmetros mais encontrados. A validação do protótipo deverá ser feita em outro momento por meio de um ensaio clínico randomizado. **Aplicabilidade e impacto:** espera-se com este trabalho fornecer subsídios para a realização de um estudo de validação a fim de que um protocolo de LBI no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas possa ser aplicado por todos os enfermeiros capacitados em LBI, no intuito de acelerar a cicatrização dessas lesões e melhorar a qualidade de vida dos usuários do hospital. **Palavras-chave:** Terapia com luz de baixa intensidade; Lesão por pressão; Cicatrização; Pé diabético; Protocolos clínicos.

### 4.3.1 Produto 03. Produção Técnica

#### **Definição**

A fotobiomodulação (FBM) é uma terapia não invasiva e indolor. A energia é fornecida ao tecido usando Amplificação de Luz por Emissão Estimulada de Radiação (do inglês *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation – lasers*) ou díodos emissores de luz (*Light Emitting Diode – LED*). O tratamento com *laser* de baixa intensidade (LBI) pode beneficiar a cicatrização de feridas por meio de diversos mecanismos: aumento da atividade mitocondrial com consequente aumento da síntese de trifosfato de adenosina (ATP) e da regulação metabólica, da disponibilidade de oxigênio, da liberação de fatores de crescimento, da proliferação, maturação e motilidade de fibroblastos e queratinócitos (SUTTON *et al*, 2021).

#### **Objetivos**

**Geral:** Fornecer parâmetros relacionados ao uso de LBI no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas.

**Específicos:**

1. Garantir correta aplicação do LBI, contribuindo para a aceleração da cicatrização de feridas;
2. Oferecer uma “janela terapêutica” segura no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas com LBI como terapia adjuvante;
3. Fornecer subsídios para possibilitar a incorporação desta tecnologia pela Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias no Sistema Único de Saúde (CONITEC);
4. Favorecer e instrumentalizar, de forma sistematizada, a assistência de enfermagem aos portadores de lesões por pressão e úlcera diabética.

#### **Abrangência**

As recomendações deste protótipo de protocolo devem ser aplicadas a todos os pacientes adultos internados ou ambulatoriais que atendam aos critérios de elegibilidade definidos em fluxograma próprio para este fim, disponível no item 4.4. desta dissertação.

#### **Alcance**

Enfermeiros com capacitação em LBI poderão aplicar este protocolo.

### **Conflito de interesse**

As autoras declaram não haver conflito de interesse.

### **Evidências**

Este protótipo de protocolo foi desenvolvido a partir de uma revisão integrativa de literatura. A questão norteadora para esta revisão foi: Quais são embasamentos teórico-científicos sobre cuidados no uso de LBI em lesões por pressão e úlceras diabéticas em adultos no âmbito ambulatorial e hospitalar?

Os critérios de inclusão definidos para a seleção dos artigos foram publicações em português, espanhol e inglês que retratassem a temática referente aos cuidados e ao uso do LBI no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas; que contemplassem cuidados ou protocolos clínicos no uso da laserterapia em feridas, disponíveis on-line, de 2016 a 2022.

Os critérios de exclusão foram: editoriais; cartas; estudos envolvendo animais ou exclusivamente *in vitro* (sem irradiação de feridas em pacientes vivos), estudos que não ofereciam dados relativos à dosimetria e aos parâmetros utilizados e que envolviam tratamento de feridas de outras etiologias que não lesão por pressão ou úlcera diabética. Estudos envolvendo *laser* de alta intensidade e LED também foram excluídos. Revisões que analisaram ensaios clínicos randomizados desenvolvidos em animais ou *in vitro* foram considerados elegíveis.

Foram utilizados, para a busca dos artigos, os seguintes descritores controlados ou não controlados, identificados nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), *Medical Subject Headings* (MeSH) e do tesouro próprio *Cumulative Index of Nursing and Allied Health* (CINAHL): *Low-Level Light Therapy; Low-Power Laser Therapy; Photobiomodulation Therapy; Wounds and Injuries; Wound Healing; Pressure Ulcer; Diabetic Foot; Decubitus; LLLT; Laser Biostimulation; Laser Therapy.*

Foi realizada busca nas seguintes bases de dados: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e Base de Dados de Enfermagem (BDENF), na Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE) através da PubMed, *Web of Science*, CINAHL e EMBASE.

Inicialmente, a busca nas bases de dados evidenciou 320 referências, que foram submetidas aos critérios de inclusão e ao alcance dos objetivos do estudo. Foi feita leitura dos títulos e resumos e, a partir daí, foram selecionados 55 artigos para serem lidos na íntegra. Destes, foram excluídas as duplicatas e os artigos que não atendiam aos critérios de inclusão e exclusão preestabelecidos.



A análise resultou em 14 artigos selecionados para compor a revisão que embasou cientificamente este protótipo de protocolo.

### **Recursos financeiros e materiais**

Não há, até o momento, recomendação de incorporação desta tecnologia pela CONITEC. Dessa maneira, entende-se que este protótipo poderá fornecer subsídios científicos para a incorporação da tecnologia de LBI por essa comissão.

### **Implementação da terapia a *laser* de baixa intensidade**

O enfermeiro especialista capacitado em LBI deve realizar Consulta de Enfermagem com coleta de todas as informações de histórico de doença do paciente, bem como avaliação inicial da lesão com mensuração e registro fotográfico (se autorizado). O registro da lesão deve conter:

- Características do leito da ferida;
- Características das bordas;
- Características do exsudato;
- Escala de dor;
- Mensuração bidimensional (comprimento e largura).

O enfermeiro capacitado em LBI irá prescrever um plano terapêutico de LBI e os cuidados de enfermagem relacionados ao manejo da ferida, além de fornecer orientações ao paciente e/ou familiares (no caso de pacientes ambulatoriais).

Já nesta primeira consulta deve ser realizada a primeira sessão de LBI após esclarecimentos e assinatura de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

A avaliação do plano terapêutico deverá acontecer a cada sessão.

A proposta terapêutica será descrita a seguir.

**Quadro 1** – Protótipo de protocolo de *laser* de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas para enfermeiros. Rio de Janeiro (RJ), Brasil. (continua)

<b>PROTOCOLO DE LASER DE BAIXA INTENSIDADE NO TRATAMENTO DE LESÕES POR PRESSÃO E ÚLCERAS DIABÉTICAS – PARA ENFERMEIROS</b>		
<b>Objetivo:</b> Fornecer parâmetros relacionados ao LBI no tratamento de lesões por pressão, a fim de garantir a aplicação correta do <i>laser</i> , contribuindo para a aceleração da cicatrização de lesões por pressão e úlceras diabéticas.		
<b>Abrangência:</b> Enfermeiros com capacitação em LBI.		
Elaboração/ano: 2022	Revisão/ano: 2022	Banca de avaliação/ano: 2022
Elaborado por: Enfermeira Thaiz Souza Graneiro	Revisado por: Enfermeira Cristiane Rodrigues da Rocha	Avaliado por:
<b>ANTES DA APLICAÇÃO DO LBI:</b>		
<p>Explicar o procedimento ao paciente/familiar;            Preencher Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e solicitar assinatura do paciente /familiar;            Certificar-se da inexistência de contraindicações: gestantes; portadores de doença oncológica; medicações que provoquem fotossensibilidade à pele; portadores de cardiopatia em uso de marcapasso ou digitálicos; portadores de glaucoma;            Reunir o material necessário: soro fisiológico 0,9%; solução de PHMB; gaze estéril; luva estéril; luva de procedimento; cobertura indicada para a lesão; fita microporosa; tesoura; fita métrica para medir a área da ferida; máquina fotográfica ou celular com câmera para registro fotográfico; aparelho de LBI; óculos de proteção para o profissional e para o cliente;            Realizar higienização das mãos e usar equipamento de proteção individual adequado (luvas, capote, gorro, máscara);            Dispor todo o material sobre uma mesa ou bancada limpa e lisa;            Proteger a ponteira do <i>laser</i> com plástico filme transparente;            Utilizar biombos ou cortinas e placa de sinalização de uso de <i>laser</i> para garantir que o local esteja protegido contra a exposição de outras pessoas;            Posicionar o paciente da maneira mais confortável possível para a realização do procedimento;            Oferecer ao paciente e usar óculos de proteção.</p>		
<b>DURANTE O PROCEDIMENTO:</b>		
<p>Retirar o curativo do paciente;            Avaliar características da ferida: área perilesional; bordas; leito: viabilidade do tecido; exsudato, sinais de infecção, secreções, odor;            Realizar limpeza da ferida com solução salina e PHMB conforme protocolo da instituição;            Realizar a medição da ferida (comprimento e largura) e registro fotográfico;            A aplicação deverá ser feita de modo pontual, por emissão contínua em contato com a ferida (ponteira protegida com filme transparente). A caneta deverá ser posicionada formando um ângulo de 90 graus com o leito da lesão e a distância entre os pontos deverá ser de 1 centímetro;            Irradiar primeiramente a área perilesional e as bordas e, por último, o leito da ferida;            Aplicar terapia LBI a partir dos seguintes parâmetros: comprimento de onda: 658 – 660 nm, espectro de luz vermelha; potência: conforme disponibilidade do aparelho, podendo variar de 30 mW a 100 mW; iniciar com densidade de energia de 2 J/cm<sup>2</sup>,</p>		

**Quadro 1** – Protótipo de protocolo de *laser* de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas para enfermeiros. Rio de Janeiro (RJ), Brasil. (conclusão)

<b>PROTOCOLO DE LASER DE BAIXA INTENSIDADE NO TRATAMENTO DE LESÕES POR PRESSÃO E ÚLCERAS DIABÉTICAS – PARA ENFERMEIROS</b>
<p>podendo chegar no máximo a 6 J/cm<sup>2</sup>; o tempo de exposição vai variar de acordo com a área da lesão e a energia aplicada;            Realizar a aplicação 2 ou 3 vezes na semana (avaliar aspecto e tamanho da lesão, bem como resposta ao tratamento proposto);            Certificar-se de que o paciente está bem, sem queixas relacionadas ao procedimento.</p>
<p><b>APÓS O PROCEDIMENTO:</b></p> <p>Retirar óculos de proteção (do profissional e paciente);            Calçar luva estéril;            Utilizar cobertura específica para a ferida em tratamento;            Proteger a pele perilesional com creme/<i>spray</i> barreira;            Posicionar o paciente de maneira confortável;            Retirar luva estéril e calçar luva de procedimento;            Retirar o filme transparente do aparelho e higienizá-lo conforme orientação do fabricante;            Retirar luva de procedimento;            Realizar higienização dos óculos de proteção com água e sabão;            Registrar no prontuário todas as informações relacionadas ao procedimento e eventuais queixas do paciente.</p>

Legenda: LBI – *Laser* de baixa intensidade; PHMB – Polyhexametileno biguanida.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

## REFERÊNCIAS

SUTTON, E. *et al.* Photobiomodulation and diabetic foot and lower leg ulcer healing: a narrative synthesis. **The Foot**, [s. l.], v. 48, 101847, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958259221000730?via%3Dihub>. Acesso em: 2 abr. 2022.

#### 4.4 Produto 04 – Produção Técnica

### FLUXO DE ELEGIBILIDADE PARA TRATAMENTO COM *LASER* DE BAIXA INTENSIDADE

**Thaiz Souza Graneiro<sup>1</sup>, Cristiane Rodrigues da Rocha<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Saúde e Tecnologia no Espaço Hospitalar – Mestrado Profissional (PPGSTEH). Rio de Janeiro – RJ, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Escola de Enfermagem, Departamento de Enfermagem Fundamental. Rio de Janeiro – RJ, Brasil

#### **Definição**

Fluxograma é a representação gráfica de um processo. O uso de fluxogramas tem como principais vantagens para o cuidado de enfermagem: apresentar visão global do processo; usar simbologia simples com padronização da comunicação; identificar ciclos de retrabalho e conflitos no processo; definir claramente os limites de atuação, as ações a serem executadas e os responsáveis; dentre outras.

As representações devem ser simples, de compreensão rápida e todos os passos devem ser conectados, com início e fim bem delimitados.

#### **Objetivos**

**Geral:** Estabelecer um fluxo de elegibilidade para uso de *laser* de baixa intensidade (LBI) no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas.

**Específicos:**

1. Auxiliar os enfermeiros capacitados em LBI a indicar ou contraindicar o uso da tecnologia;
2. Estabelecer os requisitos necessários para aplicação de LBI nos usuários com indicação de uso da tecnologia.

#### **Abrangência**

As instruções deste fluxograma devem ser aplicadas a todos os pacientes adultos internados ou ambulatoriais que possam vir a se beneficiar com o uso de LBI.

**Alcance**

Enfermeiros com capacitação em LBI poderão aplicar este fluxograma.

**Atribuições da equipe**

- Enfermeiro generalista ou médico assistente: avaliar a lesão cutânea e solicitar parecer à Comissão de Curativos, direcionado ao enfermeiro especialista capacitado em LBI;
- Enfermeiro capacitado em LBI: avaliar a lesão cutânea e eleger o paciente para aplicação da terapia com LBI de acordo com as recomendações deste fluxograma.

**Indicações da terapia a *laser* de baixa intensidade**

- Portadores de lesões crônicas com tecido viável;
- Portadores de lesões agudas ou crônicas com dor intensa;
- Ausência de resposta terapêutica satisfatória após três semanas com terapia convencional;
- Portadores de lesões agudas pertencentes ao grupo de risco: obesos, diabéticos, problemas circulatórios, pacientes acamados com Braden  $\leq 14$ .

**Contraindicações**

- Gestantes;
- Portadores de doença oncológica;
- Portadores de cardiopatia em uso de marcapasso ou digitálicos;
- Portadores de glaucoma.

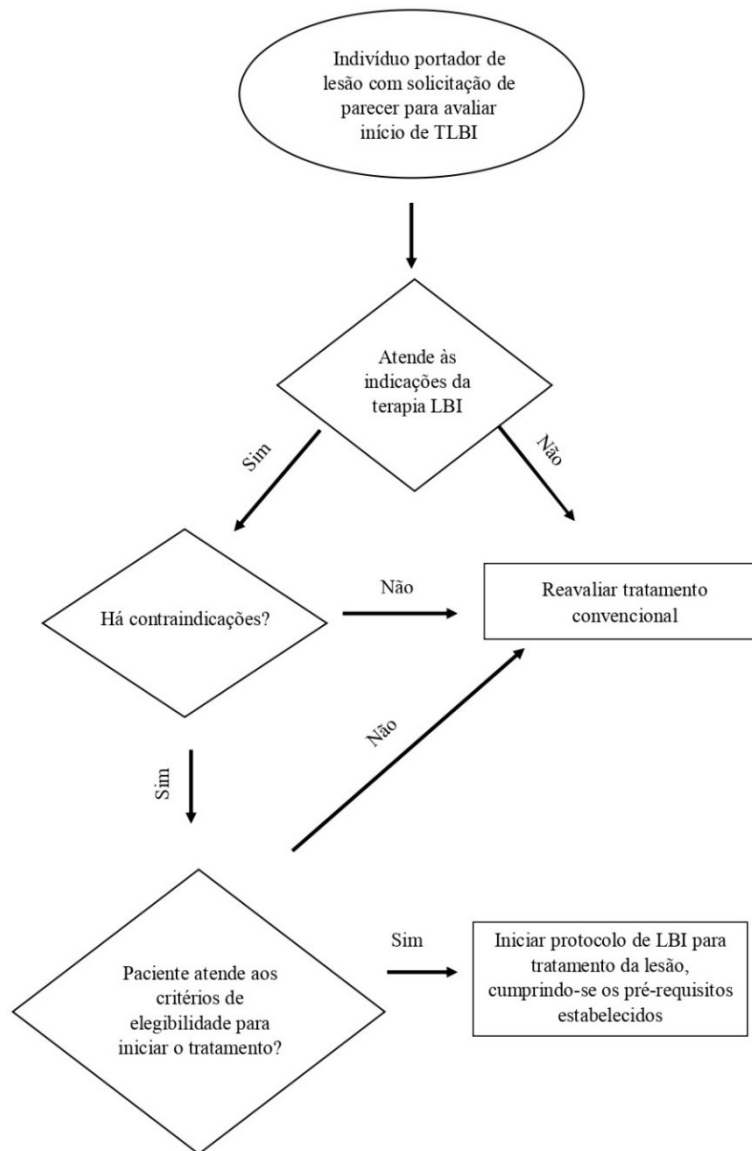
**Crítérios de elegibilidade**

- Pacientes com indicação ao tratamento (conforme descrito acima);
- Indivíduos que expressem desejo em iniciar o tratamento com LBI e que tenham adesão completa ao tratamento proposto;
- Os pacientes e/ou familiares (daqueles impossibilitados legalmente de decidir) devem ser orientados sobre a terapêutica e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que deve ficar arquivado no prontuário do paciente.

### Requisitos para uso da terapia

- Parecer solicitando avaliação para início da terapia com LBI respondido, indicando o tratamento, assinado e carimbado por enfermeiro capacitado;
- TCLE assinado e anexo ao prontuário;
- Fazer uso de óculos de proteção em todas as sessões, tanto o profissional quanto o paciente;
- Atendimento em local apropriado, sem grande circulação de pessoas, e com sinalização de uso de *laser*.

**Figura 1** – Fluxograma para elegibilidade ao tratamento com *laser* de baixa intensidade



Legenda: LBI – *Laser* de Baixa Intensidade; TLBI – *Terapia a Laser* de Baixa Intensidade.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2021).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo possibilitaram o desenvolvimento de um protótipo de protocolo de uso de LBI no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas a fim de subsidiar o desenvolvimento de um protocolo consistente, seguro e que garanta a melhoria das práticas assistenciais dos profissionais. A construção do protótipo de protocolo foi realizada a partir de uma revisão integrativa da literatura que reuniu 14 publicações de periódicos nacionais e internacionais. A discrepância nos parâmetros encontrados e a ausência de especificações em alguns estudos inviabilizaram o desenvolvimento de um protocolo a partir da revisão integrativa.

Dessa forma, optou-se por desenvolver um protótipo a ser validado em um segundo momento por especialistas e através de um ensaio clínico randomizado a ser desenvolvido com base nos dados obtidos e inseridos nesse protótipo.

Foi observado que todas as pesquisas analisadas recomendaram o uso de LBI no tratamento de lesões por pressão ou úlceras diabéticas e nenhum trabalho relatou eventos adversos associados ao uso da terapêutica. A maioria dos estudos indicou o comprimento de onda na faixa do vermelho (658 nm – 660 nm).

Em relação à densidade de energia, houve grande discrepância nos achados, porém a maior parte dos trabalhos recomenda uma janela de 3 J/cm<sup>2</sup> a 6J/cm<sup>2</sup>. Verificamos ainda que termos como energia aplicada e densidade de energia podem ter sido confundidos em alguns artigos. Do mesmo modo, alguns estudos omitiram informações importantes relacionadas à dosimetria utilizada, dificultando a análise e a comparação entre as pesquisas. Nesse sentido, para que pudessem ser padronizáveis e passíveis de comparações entre os resultados, as pesquisas deveriam contemplar uniformemente os seguintes parâmetros: comprimento de onda, densidade de energia, potência, densidade de potência, tamanho do feixe óptico, tipo de regime de operação do *laser* (contínuo ou pulsado), modo de aplicação (pontual ou varredura), tempo de tratamento, frequência do pulso (taxa de repetição), número de tratamentos e características do tecido irradiado.

No que se refere à avaliação da potência, a maioria dos estudos sobre úlcera diabética trabalharam com potência de 30 mW, mas a categoria de lesões por pressão obteve bons resultados com potências que variaram de 3,6 mW a 100mW.

Dessa forma, após análise dos dados dos estudos, o presente protótipo foi desenvolvido estabelecendo-se uma janela terapêutica: aplicação de *lasers* com comprimento de onda vermelho, na faixa de 660 nm, potência de 30 mW a 100 mW e densidade de energia



de 2 J/cm<sup>2</sup> a 6 J/cm<sup>2</sup>. As aplicações devem ser realizadas três vezes na semana ou em dias alternados, de modo pontual com emissão contínua e em contato com a lesão (ponteira do *laser* protegida com filme transparente). Ressaltam-se os aspectos de segurança, assim o uso de óculos de proteção é obrigatório para o profissional e o usuário, além de local reservado com sinalização de radiação não ionizante.

Considerando todos os aspectos mencionados, a versão final do protótipo do protocolo de uso de LBI no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas foi construído e estruturado com base em três domínios, os quais correspondem a três períodos da assistência na condução do procedimento: antes do procedimento, durante o procedimento e após o procedimento. A proposta constituiu-se de 10 itens nas ações a serem realizadas antes do procedimento, 9 itens a serem seguidos durante o procedimento e 10 itens depois de finalizado o procedimento. A apresentação das ações de cuidado listadas no protótipo de protocolo foi desenvolvida sistematicamente para auxiliar no manejo do contexto que envolve a realização do procedimento. Em outras palavras, a ordem das ações no protótipo do protocolo representa a sequência em que os enfermeiros devem executar as ações para o sucesso do procedimento de forma segura e qualitativa.

Destaca-se como limitação do presente estudo a ausência do processo de validação de conteúdo do protocolo assistencial construído, o que pretendemos dirimir em trabalhos futuros.

## 6. PERSPECTIVAS FUTURAS

A adoção de protocolos assistenciais que conduzam profissionais da saúde na melhoria do cuidado em saúde tem sido fortemente incentivada nos últimos anos. Os protocolos promovem o aprimoramento da assistência e favorecem o uso de práticas cientificamente comprovadas, minimizam a variabilidade das informações e a heterogeneidade na realização de procedimentos e ações entre os diversos profissionais.

A identificação de uma janela terapêutica, como demonstrado nesta pesquisa, é capaz de fortalecer a efetivação de práticas congruentes para aplicação de LBI com sucesso e segurança na cicatrização de lesões por pressão e úlceras diabéticas.

Espera-se que este estudo forneça subsídios para a criação de um protocolo seguro e confiável por meio de ensaios clínicos randomizados que possam ser padronizáveis e comparáveis. Para tal, é necessária a descrição de todos os dados relacionados à dosimetria.

Vislumbramos que novos produtos podem ser elaborados a partir desta pesquisa: ficha de avaliação e acompanhamento para aplicação de LBI; desenvolvimento de cursos de capacitação em LBI para enfermeiros, e disponibilização de material didático educativo via intranet.

## REFERÊNCIAS

- ARMELIN, M. V. A. L. *et al.* The use of low power laser by nurses in the treatment of cutaneous and oral lesions. **Nursing (São Paulo)**, São Paulo, v. 22, n. 253, p. 3006-3010, jun. 2019. Disponível em: <http://www.revistanursing.com.br/revistas/253/pg114.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2020.
- BAPTISTA, I. M. C. **Análise do efeito do laser de baixa potência na prevenção de Deiscência Incisional em cirurgia cardíaca**. 2003. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) – Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2003. Disponível em: <https://institutobeatrizyamada.com.br/wp/wp-content/uploads/artigos-iby/Analise-do-Efeito-do-Laser-de-Baixa-Potencia-na-Prevencao-de-Deiscencia-Incisional-em-Cirurgia-Cardiaca.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2022.
- BAROLET, D.; CHRISTIAENS, F.; HAMBLIN, M. R. Infrared and skin: friend or foe. **Photochem. photobiol.**, Oxford, v. 155, p. 78-85, Feb 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26745730/>. Acesso em: 26 set. 2022.
- BASFORD, J. R. Low intensity laser therapy: still not an established clinical tool. **Lasers surg. med.**, New York, v. 16, n. 4, p. 331-342, 1995. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7651054/>. Acesso em: 7 jul. 2022.
- BAVARESCO, T. **O efeito do laser de baixa potência no tratamento de úlceras venosas avaliado pela Nursing Outcomes Classification (NOC): ensaio clínico randomizado**. 2018. 137 f. Tese (Doutorado em Enfermagem) – Escola de Enfermagem, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/186135>. Acesso em: 17 ago. 2020.
- BAXTER, G. D. **Therapeutic lasers: theory and practice**. Singapore: Churchill Livingstone, 1994. p. 1-21.
- BERNARDES, L. O.; JURADO, S. R. Effects of laser therapy in the treatment of pressure injuries: a systematic review. **CuidArte, Enferm.**, Catanduva, v. 9, n. 3, p. 2423-2434, 2018. Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/08/979565/574-texto-del-articulo-5318-3-10-20181211.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2020.
- BLANCK, M.; GIANNINI, T. **Úlceras e feridas: as feridas têm alma: uma abordagem interdisciplinar do plano de cuidados e da reconstrução estética**. Rio de Janeiro: DiLivros, 2014.
- BOWERS, S.; FRANCO, E. Chronic wounds: evaluation and management. **Am. fam. physician**, Kansas City, v. 101, n. 3, p. 159-166, Feb. 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32003952/>. Acesso em: 30 out. 2020.
- BRANDÃO, M. G. S. A. *et al.* Effects of low-level laser therapy on the healing of foot ulcers in people with diabetes mellitus. **Estima (Online)**, São Paulo, v. 18, e0320, 2020. Disponível em: [https://www.revistaestima.com.br/index.php/estima/article/view/844/pdf\\_1](https://www.revistaestima.com.br/index.php/estima/article/view/844/pdf_1). Acesso em: 19 abr. 2020.

BRASIL. **Lei nº 7.498, de 25 de junho de 1986.** Dispõe sobre a regulamentação do exercício da enfermagem, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1986.

Disponível em:

[BRASIL. Presidência da República. \*\*Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.\*\* Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em:](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7498.htm#:~:text=LEI%20No%207.498%2C%20DE%2025%20DE%20JUNHO%20DE%201986.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20regulamenta%C3%A7%C3%A3o%20do,enfermagem%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs. Acesso em: 4 set. 2021.</a></p>
</div>
<div data-bbox=)

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm). Acesso em: 26 ago. 2020.

BRASIL, G. B. *et al.* Tecnologia educacional para pessoas que convivem com HIV: estudo de validação. **Rev. bras. enferm. (Online)**, Brasília, v. 71, suppl. 4, p. 1657-1662, 2018.

Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reben/a/Fr8GJVB6M3YzXQrJdPrGXC/?lang=en>. Acesso em: 12 jul. 2022.

BRUGNERA JÚNIOR, A; PINHEIRO, A. L. B. **Laser na odontologia moderna.** São Paulo: Pancast, 1998.

BULECHEK, G. M.; BUTCHER, H. K.; DOCHTERMAN, J. M. **Classificação das intervenções de enfermagem (NIC).** Tradução: Soraya Imon de Oliveira *et al.* Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. Tradução de: Nursing Interventions Classification (NIC), 5th ed.

Disponível em:

[https://www.biosanas.com.br/uploads/outros/artigos\\_cientificos/14/0ac4055be9a07e3df54c72e9651c589e.pdf](https://www.biosanas.com.br/uploads/outros/artigos_cientificos/14/0ac4055be9a07e3df54c72e9651c589e.pdf). Acesso em: 19 maio 2022.

CAMARGO, F. C. *et al.* Oficinas para o desenvolvimento da prática baseada em evidências entre lideranças de enfermagem: estudo piloto. **Rev. Eletr. Enf.**, [s. l.], v. 19, a50, 2017.

Disponível em: <https://revistas.ufg.br/fen/article/view/43803/24952>. Acesso em: 20 out. 2022.

CAMPOS, M. G. C. A. *et al.* **Feridas complexas e estomias.** João Pessoa: Idea, 2016.

CARLESI, K. C. *et al.* Ocorrência de incidentes de segurança do paciente e carga de trabalho de enfermagem. **Rev. latinoam. enferm. (Online)**, Ribeirão Preto, v. 25, e2841, 2017.

Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rlae/a/ytKY8vPW8t9mS3BXFMtq9vM/?lang=en>. Acesso em: 10 fev. 2022.

CARVALHO, A. F. M. *et al.* Low-level laser therapy and Calendula officinalis in repairing diabetic foot ulcers. **Rev. Esc. Enferm. USP (Online)**, São Paulo, v. 50, n. 4, p. 628-634, 2016. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/reusp/a/ppnqYts7J7BW9JPPZD56xyf/?lang=pt>. Acesso em: 2 dez. 2020.

CARVALHO, E. C.; BACHION, M. M. Processo de enfermagem e sistematização da assistência de enfermagem: intenção de uso por profissionais de enfermagem. **Rev. eletrônica enferm.**, Goiânia, v. 11, n. 3, p. 466, 2009. Disponível em:

<https://revistas.ufg.br/fen/article/view/47056>. Acesso em: 30 out. 2020.

CASTRO, T. S. N. *et al.* Effects of photobiomodulation therapy in the integration of skin graft in rats. **Lasers med. sci.**, London, v. 35, n. 4, p. 939-947, Oct. 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31833005/>. Acesso em: 22 ago. 2021.

CATUNDA, H. L. O. *et al.* Percurso metodológico em pesquisas de enfermagem para construção e validação de protocolos. **Texto & contexto enferm.**, Florianópolis, v. 26, n. 2, e00650016, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0104-07072017000650016>. Acesso em: 23 set. 2022.

COLUCI, M. Z. O.; ALEXANDRE, N. M. C.; MILANI, D. Construção de instrumentos de medida na área da saúde. **Ciênc. saúde coletiva (Online)**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 3, p. 925-36, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232015203.04332013>. Acesso em: 14 maio 2022.

CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM (Brasil). **Resolução nº 429, de 30 de maio de 2012**. Dispõe sobre o registro das ações profissionais no prontuário do paciente, e em outros documentos próprios da enfermagem, independente do meio de suporte - tradicional ou eletrônico. Brasília, DF: Cofen, 2012. Disponível em: [http://www.cofen.gov.br/resoluco-cofen-n-4292012\\_9263.html](http://www.cofen.gov.br/resoluco-cofen-n-4292012_9263.html). Acesso em: 26 ago. 2020.

CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM (Brasil). **Resolução nº 501, de 17 de dezembro de 2015**. Aprova e institui o Regulamento sobre a Competência da Equipe de Enfermagem no cuidado às feridas. Brasília, DF: Cofen, 2015. Disponível em: [http://www.cofen.gov.br/resolucao-cofen-no-05012015\\_36999.html](http://www.cofen.gov.br/resolucao-cofen-no-05012015_36999.html). Acesso em: 26 ago. 2020.

CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM (Brasil). **Resolução nº 514, de 5 de maio de 2016**. Aprova o guia de recomendações para os registros de enfermagem no prontuário do paciente, com a finalidade de nortear os profissionais de enfermagem. Brasília, DF: Cofen, 2016. Disponível em: [http://www.cofen.gov.br/resolucao-cofenno-05142016\\_41295.html](http://www.cofen.gov.br/resolucao-cofenno-05142016_41295.html). Acesso em: 26 ago. 2020.

CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM (Brasil). **Resolução nº 554, de 17 de julho de 2017**. Estabelece os critérios norteadores das práticas de uso e de comportamento dos profissionais de enfermagem, em meio de comunicação de massa: na mídia impressa, em peças publicitárias, de mobiliário urbano e nas mídias sociais. Brasília, DF: Cofen, 2017b. Disponível em: [http://www.cofen.gov.br/resolucao-cofen-no05542017\\_53838.html](http://www.cofen.gov.br/resolucao-cofen-no05542017_53838.html). Acesso em: 26 ago. 2020.

CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM (Brasil). **Resolução nº 564, de 6 de novembro de 2017**. Aprova o novo Código de Ética dos Profissionais de Enfermagem. Brasília, DF: Cofen, 2017a. Disponível em: [http://www.cofen.gov.br/resolucao-cofen-no5642017\\_59145.html](http://www.cofen.gov.br/resolucao-cofen-no5642017_59145.html). Acesso em: 26 ago. 2020.

CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM (Brasil). **Resolução nº 567, de 29 de janeiro de 2018**. Aprova o Regulamento da atuação da Equipe de Enfermagem no Cuidado aos pacientes com feridas. Brasília, DF: Cofen, 2018. Disponível em: [http://www.cofen.gov.br/resolucao-cofenno-567-2018\\_60340.html](http://www.cofen.gov.br/resolucao-cofenno-567-2018_60340.html). Acesso em: 26 ago. 2020.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE (Brasil). Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos e revoga as Resoluções CNS nos. 196/96, 303/2000 e 404/2008. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 59-62, 13 jun. 2013. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466\\_12\\_12\\_2012.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html). Acesso em: 3 jun. 2020.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE (Brasil). Resolução nº 510, de 7 abril de 2016. Sobre a Ética na pesquisa na área de ciências humanas e sociais. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 44, 24 maio 2016. Disponível em: [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/22917581](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/22917581). Acesso em: 3 jun. 2020.

CONSELHO REGIONAL DE ENFERMAGEM DE MINAS GERAIS (Estado). **Cuidado à pessoa com lesão cutânea**: manual de orientações quanto à competência técnico-científica, ética e legal dos profissionais de enfermagem. Belo Horizonte: Coren-MG, 2020. 180 p. Disponível em: <https://www.corenmg.gov.br/wp-content/uploads/2020/12/MANUAL-DE-CUIDADO-A-PESSOA-COM-LESAO-CUTANEA.pdf>. Acesso em: 21 set. 2020.

CONSELHO REGIONAL DE ENFERMAGEM DE SÃO PAULO (Estado). **Guia para construção de protocolos assistenciais de enfermagem**. São Paulo: Coren-SP, 2015. Disponível em: <http://biblioteca.cofen.gov.br/wp-content/uploads/2016/06/Guia-para-Constru%C3%A7%C3%A3o-de-Protocolos-Assistenciais-de-Enfermagem.pdf>. Acesso em: 20 set. 2022.

CONSELHO REGIONAL DE ENFERMAGEM DE SÃO PAULO (Estado). **Parecer Coren-SP CAT nº 011/2009**. Uso do laser de baixa intensidade pelo profissional enfermeiro, no tratamento clínico de feridas. São Paulo: Coren-SP, 2009. Disponível em: [https://portal.coren-sp.gov.br/pareceres/uso-do-laser-de-baixa-intensidade-pelo-profissional-enfermeiro-no-tratamento-clinico-de-feridas/parecer\\_011\\_2009\\_uso-de-laser-de-abixa-intensidade-em-tratamento-de-feridas/](https://portal.coren-sp.gov.br/pareceres/uso-do-laser-de-baixa-intensidade-pelo-profissional-enfermeiro-no-tratamento-clinico-de-feridas/parecer_011_2009_uso-de-laser-de-abixa-intensidade-em-tratamento-de-feridas/). Acesso em: 21 mar. 2022.

CUNHA, D. R. *et al.* Construção de um aplicativo multimídia em plataforma móvel para tratamento de feridas com laserterapia. **Rev. enferm. UFPE on line**, Recife, v. 12, n. 5, p. 1241-1249, maio 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistaenfermagem/article/view/230676>. Acesso em: 30 out. 2020.

CUNHA, D. R. *et al.* Construção e validação de um algoritmo para aplicação de laser no tratamento de feridas. **Rev. latinoam. enferm. (Online)**, Ribeirão Preto, v. 25, e2955, dez. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rlae/a/7CvLdHcZ5xHvqjKmWYMNLtb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 6 jul. 2020.

DUIM, E. *et al.* Prevalence and characteristics of lesions in elderly people living in the community. **Rev. Esc. Enferm. USP (Online)**, São Paulo, v. 49, n. spe., p. 51-57, Feb. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reesp/a/zPMvkxRTH6dtkQ5Zsyy79sv/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 21 set. 2020.

FARIA, N. G. F.; PERES, H. H. C. Análise da produção científica sobre documentações fotográficas de feridas em enfermagem. **Rev. eletrônica enferm.**, Goiânia, v. 11, n. 3, p. 704-711, 2009. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/fen/article/view/47232>. Acesso em: 30 out. 2020.

FARIAS, L. G.; CATÃO, M. H. C. V. Uso do laser de baixa intensidade e LED no processo de cicatrização de feridas: uma revisão. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 4, e55811427722, 2022. Disponível em: <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/27722/24198>. Acesso em: 3 maio 2022.

FIALHO, L. M. F. *et al.* Effects of Helium-Neon (HeNe) and Gallium Arsenide (GaAs) lasers associated with prevention guidelines and treatment of pressure ulcers. **Rev. med. Minas Gerais (Online)**, Belo Horizonte, v. 27, e-1856, 2017. Disponível em: <http://www.rmmg.org/artigo/detalhes/2212>. Acesso em: 18 jun. 2021.

FRYKBERG, R. G.; BANKS, J. Challenges in the treatment of chronic wounds. **Adv. wound care**, Atlanta, v. 4, n. 9, p. 560-582, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4528992/>. Acesso em: 30 out. 2020.

GALVÃO, N. S.; LOPES NETO, D.; OLIVEIRA, A. P. P. Aspectos epidemiológicos e clínicos de pacientes com úlcera por pressão internados em uma instituição hospitalar. **Estima (Online)**, São Paulo, v. 13, n. 3, abr. 2016. Disponível em: <https://www.revistaestima.com.br/index.php/estima/article/view/106>. Acesso em: 30 out. 2020.

GAMBA, M. A.; PETRI, V.; COSTA, M. T. F. **Feridas: prevenção, causa e tratamento**. Rio de Janeiro: Santos, 2016.

GONZÁLEZ, C. V. S. *et al.* Análise da “1ª Recomendação Brasileira para o Gerenciamento de Biofilme em Feridas Crônicas e Complexas”. **ESTIMA, Braz. J. Enterostomal Ther.**, São Paulo, v. 17, e1819, 2019. Disponível em: [https://www.revistaestima.com.br/estima/article/download/783/pdf\\_1/2309](https://www.revistaestima.com.br/estima/article/download/783/pdf_1/2309). Acesso em: 30 out. 2020.

GREEN, J. *et al.* Chronic venous leg ulcer care: putting the patient at the heart of leg ulcer care: part 1: exploring the consultation. **Br. j. community nurs.**, London, v. 23, n. suppl. 3, p. 30-38, 2018. Disponível em: <https://www.magonlinelibrary.com/doi/abs/10.12968/bjcn.2018.23.Sup3.S30>. Acesso em: 2 ago. 2021.

GUIMARÃES, P. V.; HADDAD, M.C. L.; MARTINS, E. A. P. Validação de instrumento para avaliação de pacientes graves em ventilação mecânica, segundo o ABCDE. **Rev. Eletr. Enf.**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 43-50, 2015. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/fen/article/view/23178>. Acesso em: 3 abr. 2022.

GUPTA, A.; HAMBLIN, M. R. História e fundamentos da terapia a laser (luz) de baixa intensidade. In: HAMBLIN, M. R. (ed.). **Manual de fotomedicina**. Nova Iorque: CRC Press, Taylor & Francis, 2013. p. 43-52.

HAMBLIN, M. R. *et al.* Low level laser (light) therapy and photobiomodulation: the path forward. **Proc SPIE**, [s. l.], v. 9309, Article 930902, Mar. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1117/12.2084049>. Acesso em: 10 abr. 2022.

HOLZER, A. M.; ELMETS, C. A. The other end of the rainbow: infrared and skin. **J. invest. dermatol.**, Baltimore, v. 130, n. 6, p. 1496-1499, June 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20463675/>. Acesso em: 8 jul. 2022.

THE JOANNA BRIGGS INSTITUTE. **New JBI Levels of Evidence**. [S. l.]: JBI, 2013. Disponível em: <https://nursing.lsuhsu.edu/JBI/docs/LevelsEvidence/JBI-Levels-of-evidence.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2020.

KARU, T. I. Cellular and molecular mechanisms of photobiomodulation (low-power laser therapy). **IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 143-148, 2014. Disponível em: [https://www.semanticscholar.org/paper/Cellular-and-Molecular-Mechanisms-of-\(Low-Power-Karu/49f3b426f85695f219a4488d46e1247b31c2d726](https://www.semanticscholar.org/paper/Cellular-and-Molecular-Mechanisms-of-(Low-Power-Karu/49f3b426f85695f219a4488d46e1247b31c2d726). Acesso em: 11 jul. 2022.

KARU, T. I. Mitochondrial signaling in mammalian cells activated by red and near-IR radiation. **Photochem. photobiol.**, Oxford, v. 84, n. 5, p. 1091-1099, Sep./Oct. 2008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18651871/>. Acesso em: 5 set. 2022.

KARU, T. I. Multiple roles of cytochrome c oxidase in mammalian cells under action of red and IR-A radiation. **IUBMB life**, London, v. 62, n. 8, p. 607-610, Aug. 2010. Disponível em: <http://www.medicinacomplementar.com.br/biblioteca/pdfs/Biomolecular/mutiplas-funcoes-da-citocromo-c-oxidase-em-celulas.pdf>. Acesso em: 4 maio 2022.

KARU, T. I. Photobiological fundamentals of low-power laser therapy. **IEE J. Quantum Electron**, [s. l.], v. 23, n. 10, p. 1703-1717, Oct. 1987. Disponível em: <https://institutobeatrizyamada.com.br/wp/wp-content/uploads/artigos-iby/Photobiological-Fundamentals-of-Low-Power-Laser-Therapy.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2022.

KARU, T. I. Primary and secondary mechanisms of action of visible to near-IR radiation on cells. **J. photochem. photobiol. B.**, Lausanne, v. 49, n. 1, p. 1-17, Mar. 1999. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10365442/>. Acesso em: 21 set. 2022.

KARU, T. I.; PYATIBRAT, L.; KALENDU, G. Irradiation with HeNe laser increases ATP level in cells cultivated in vitro. **J. photochem. photobiol. B.**, Lausanne, v. 3, p. 219-223, 1995.

KAZEMIKHOO, N. *et al.* Evaluation of the effects of low level laser therapy on the healing process after skin graft surgery in burned patients (a randomized clinical trial). **Lasers med. sci.**, London, v. 9, n. 2, p. 139-143, 2018. Disponível em: <https://journals.sbmu.ac.ir/jlms/article/view/15076>. Acesso em: 23 out. 2020.

KYAW, B. M. *et al.* Need for improved definition of “chronic wounds” in clinical studies. **Acta derm. venereol.**, Stockholm, v. 98, p. 157-158, 2018. Disponível em: [https://www.medicaljournals.se/acta/content\\_files/files/pdf/98/1/5060.pdf](https://www.medicaljournals.se/acta/content_files/files/pdf/98/1/5060.pdf). Acesso em: 30 out. 2020.



LAPCZYNA, M. *et al.* Ultra high repetition rate (133 MHz) laser ablation of aluminum with 1.2-ps pulses. **Appl Phys**, [s. l.], v. 69, suppl. 883-886, 1999. Disponível em: <https://www.physics.utoronto.ca/~marj/references/Lapczyna1999-25.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2022.

LEMOS, C. S.; POVEDA, V. B.; PENICHE, A. C. G. Construção e validação de um protocolo assistencial de enfermagem em anestesia. **Rev. latinoam. enferm. (Online)**, Ribeirão Preto, v. 25, e2952, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rlae/a/3bM3KNk3yB3j6WtHMFJpFrJ/?lang=en>. Acesso em: 8 set. 2022.

LIEVENS, P. C. The effect of a combined HeNe and I.R. laser treatment on the regeneration of the lymphatic system during the process of wound healing. **Lasers med. sci.**, London, v. 6, p. 193-199, 1991. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02032548>. Acesso em: 5 out. 2022.

LIEVENS, P. The influence of laser-irradiation on the motricity lymphatical system and on the wound healing process *In*: INTERNATIONAL CONGRESS ON LASER IN MEDICINE AND SURGERY, 1986, Bologna, Itália. **Anais [...]**. Bologna, 1986. p. 171-174.

LIMA, N. E. P. *et al.* Laser therapy low intensity in wound care and practice nurses. **Rev. enferm. UFPI**, Teresina, v. 7, n. 1, p. 50-56, Jan./Mar. 2018. Disponível em: <https://www.ojs.ufpi.br/index.php/reufpi/article/view/6223/pdf>. Acesso em: 4 mar. 2020.

MAIA, C. R. M.; ROHDE, L. A. P. Psicofármacos para o tratamento de transtornos de ansiedade em crianças e adolescentes: uma revisão sistemática. **Rev. bras. psiquiatr.**, (1967), São Paulo, v. 29, n. 1, p. 72-79, 2007. Disponível em: [http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/20523?locale=pt\\_BR](http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/20523?locale=pt_BR). Acesso em: 11 out. 2020.

MAIER M.; HAINA D.; LANDTHALER, M. Effect of low laser on the growth and regeneration of capillaries. **Lasers med. sci.**, London, v. 5, p. 381-386, 1990. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02032595#article-info>. Acesso em: 7 ago. 2022.

MALAGGI, R. **Custos de curativos em um serviço especializado do SUS de Porto Alegre**. 2017. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Cuidado Integral com a Pele no Âmbito da Atenção Básica) – Escola de Enfermagem, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/174107>. Acesso em: 25 set. 2020.

MARTINENGO, L. *et al.* Prevalence of chronic wounds in the general population: systematic review and meta-analysis of observational studies. **Ann. epidemiol.**, New York, v. 29, p. 8-15, Jan. 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30497932/>. Acesso em: 30 out. 2020.

MATHUR, R. K. *et al.* Low-level laser therapy as an adjunct to conventional therapy in the treatment of diabetic foot ulcers. **Lasers med. sci.**, London, v. 32, p. 275-282, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10103-016-2109-2>. Acesso em: 5 jun. 2020.

MENDES, K. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto & contexto enferm.**, Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 758-764, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tce/a/XzFkq6tjWs4wHNqNjKJLkXQ/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 29 nov. 2020.

MENDES-COSTA, L. S. *et al.* Photobiomodulation: systematic review and meta-analysis of the most used parameters in the resolution diabetic foot ulcers. **Lasers med. sci.**, London, v. 36, n. 3, p. 1129-1138, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33190161/>. Acesso em: 30 fev. 2022.

MESTER, Andrew; MESTER, Adam. The history of photobiomodulation: Endre Mester (1903-1984). **Photomed. laser surg.**, Larchmont, v. 35, n. 8, p. 393-394, Aug. 2017. Disponível em: <https://www.liebertpub.com/doi/pdf/10.1089/pho.2017.4332>. Acesso em: 23 set. 2020.

MESTER, E. *et al.* Clinical electron optic and enzyme-histochemical studies on the effect of laser irradiation on wound healing. **Langenbecks arch. chir. Suppl. Kongressbd.**, Berlin, suppl., p. 261-265, 1974. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4464419/>. Acesso em: 5 ago. 2022.

MIRÓ, L. *et al.* Estudio capiloscopico de la acción de un láser de AsGa sobre la microcirculación. **Inv Clin Laser**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 9-14, 1984.

OLIVEIRA, F. P. *et al.* Classificações de intervenções e resultados de enfermagem em pacientes com feridas: mapeamento cruzado. **Rev. gaúcha enferm. (Online)**, Porto Alegre, v. 37, n. 2, e55033, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rngenf/a/9zDQRbKBmx7GxYbDcjMBCMH/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 30 ago. 2022.

OLIVEIRA, F. P. *et al.* Diagnósticos de enfermagem na assistência ambulatorial ao paciente com feridas: mapeamento cruzado. **Rev. enferm. UERJ (Online)**, Rio de Janeiro, v. 25, e20028, 2017. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/enfermagemuerj/article/view/20028>. Acesso em: 20 mar. 2021.

PELUSO, C. **Código civil comentado**: doutrina e jurisprudência: Lei n. 10.406, de 10.01.2002. 14. ed. Barueri: Manole, 2020.

PIMENTA, C. A. M. *et al.* **Guia de Construção para construção de protocolos assistenciais de enfermagem**. São Paulo: Conselho Regional de Enfermagem de São Paulo, 2015. Disponível em: <https://portal.coren-sp.gov.br/sites/default/files/Protocolo-web.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2022.

POLIT D. F.; BECK C. T. **Fundamentos de pesquisa em enfermagem**: avaliação de evidências para a prática de enfermagem. Porto Alegre: Artmed, 2011. 669 p.

RIGAU, J. **Acción de la luz láser a baja intensidad en la modulación de la función celular**. 1996. Tese (Doutorado em Medicina) – Universitat Rovira, Virgili, 1996.

RUH, A. C. *et al.* Laser photobiomodulation in pressure ulcer healing of human diabetic patients: gene expression analysis of inflammatory biochemical markers. **Lasers med. sci.**, London, v. 33, p. 165-171, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10103-017-2384-6>. Acesso em: 21 abr. 2020.

SALVATORE, P.; KARU, T. Absorption of monochromatic and narrow band radiation in the visible and near IR by both mitochondrial and non-mitochondrial photoacceptors results in photobiomodulation. **Photochem. photobiol.**, Oxford, v. 140, p. 344-358, Nov. 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1011134414002541?via%3Dihub>. Acesso em: 3 jul. 2022.

SANTOS, J. A. F. *et al.* Diabetic foot wounds treated with human amniotic membrane and low-level laser therapy: a pilot clinical study. **Wound Manag Prev. (Online)**, Malvern, Pennsylvania, v. 67, n. 8, p. 16-23, 2021. Disponível em: <https://europepmc.org/article/med/34370677>. Acesso em: 21 mar. 2022.

SANTOS, J. A. F. *et al.* Effects of low-power light therapy on the tissue repair process of chronic wounds in diabetic feet. **Photomed. laser surg.**, Larchmont, v. 36, n. 6, p. 298-304, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1089/pho.2018.4455>. Acesso em: 20 mar. 2022.

SANTOS, V. L. C. G. *et al.* Qualidade de vida em pacientes com feridas crônicas: magnitude das mudanças e fatores preditivos. **Rev. Esc. Enferm. USP (Online)**, São Paulo, v. 51, e03250, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reesp/a/JxkKdySJPzZHvtKZPNZ436z/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 10 out. 2020.

SCAIN, S. F.; FRANZEN, E.; HIRAKATA, V. N. Riscos associados à mortalidade em pacientes atendidos em um programa de prevenção do pé diabético. **Rev. gaúch. enferm.**, Porto Alegre, v. 39, e20170230, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rgenf/a/GmxLGP6dhM84LBk9dsPkdLB/?lang=pt>. Acesso em: 31 ago. 2021.

SILVA, A. L. D. A. *et al.* Fatores preditores ao agravamento de feridas crônicas. **Rev. RENE**, Fortaleza, v. 21, e43615, 2020. Disponível em [http://www.revenf.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-38522020000100334&lng=pt&nrm=iso](http://www.revenf.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-38522020000100334&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 4 ago. 2021.

SILVA, A. T. *et al.* Assistência de enfermagem e o enfoque da segurança do paciente no cenário brasileiro. **Saúde em Debate (Online)**, Londrina, v. 40, n. 111, p. 292-301, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/cydBTwCPSdrthLC4rmwJKvJ/?lang=pt>. Acesso em: 15 ago. 2022.

SILVA NETO, C. P.; FREIRE JÚNIOR, O. **Um presente de Apolo: lasers, história e aplicações.** **Rev. Bras. Ensino Fís.**, [s. l.], v. 39, n. 1, e1502, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/bXZ3scjTLbDmBWMWxYJB7YB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 5 maio 2020.

SOUSA, R. G.; BATISTA, K. N. M. Laser therapy in wound healing associated with diabetes mellitus. **An. bras. dermatol. (Online)**, Rio de Janeiro, v. 91, n. 4, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abd/a/JYBDYqKvSbLJvWCxdhhK9wB/?lang=en>. Acesso em: 1 ago. 2020.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein (São Paulo)**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, mar. 2010. Disponível em: <https://journal.einstein.br/pt-br/article/revisao-integrativa-o-que-e-e-como-fazer/>. Acesso em: 21 jul. 2020.

STEINLECHNER, C.; DYSON, M. The effects of low level laser therapy on the proliferation of keratinocytes. **Laser therapy**, [s. l.], v. 5, p. 65-73, 1993. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/THE-EFFECTS-OF-LOW-LEVEL-LASER-THERAPY-ON-THE-OF-Steinlechner-Dyson/738e1eb2e8cd6801909fb2d6ed57bb60e85120d5>. Acesso em: 13 ago. 2022.

SUTTON, E. *et al.* Photobiomodulation and diabetic foot and lower leg ulcer healing: a narrative synthesis. **The Foot**, [s. l.], v. 48, 101847, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958259221000730?via%3Dihub>. Acesso em: 2 abr. 2022.

TANNURE, M. C.; GONÇALVES, A. M. P. **Sistematização da Assistência de Enfermagem**: guia prático. Rio de Janeiro: Guanabara Koggan, 2009.

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. **Int. j. med. sci.**, Blue Haven, v. 15, n. 11, p. 1105-1112, 2018. Disponível em: <https://www.medsci.org/v15p1105.htm>. Acesso em: 23 abr. 2020.

TARDIVO, J. P. *et al.* A clinical trial testing the efficacy of PDT in preventing amputation in diabetic patients. **Photodiagnosis photodyn. ther.**, Amsterdam, v. 11, n. 3, p. 342-350, Sept. 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S157210001400057X?via%3Dihub>. Acesso em: 2 ago. 2021.

TCHANQUE-FOSSUO, C. N. *et al.* A systematic review of low-level light therapy for treatment of diabetic foot ulcer. **Wound repair regen.**, Saint Louis, v. 24, n. 2, p. 418-426, Mar./Apr. 2016. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/wrr.12399>. Acesso em: 10 maio 2020.

TRELLES, M. A. *et al.* The action of low reactive-level laser therapy (LLLT) on mast cells: a possible pain relief mechanism explained. **Laser Therapy**, v. 1, n. 1, p. 27-30, 1989. Disponível em: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/islsm/1/1/1\\_89-OR-03/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/islsm/1/1/1_89-OR-03/_pdf). Acesso em: 10 mar. 2022.

TRIVELLATO, M. L. *et al.* Práticas avançadas no cuidado integral de enfermagem a pessoas com úlceras cutâneas. **Acta paul. enferm. (Online)**, São Paulo, v. 31, n. 6, p. 600-608, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ape/a/s4wryBhrzZZKp67QLzfzjCP/?lang=pt>. Acesso em: 30 out. 2020.

URSI, E. S. **Prevenção de lesões de pele no perioperatório**: revisão integrativa de literatura. 2005. 129 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2005.

VIEIRA, C. P. B.; ARAÚJO, T. M. E. Prevalence and factors associated with chronic wounds in older adults in primary care. **Rev. Esc. Enferm. USP (Online)**, São Paulo, v. 52, e03415, Dec. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/reeusp/v52/1980-220X-reeusp-52-e03415.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Conceptual framework for the international classification for patient safety version 1.1**: final technical report January 2009. Geneve: World Health Organization, 2010. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/70882>. Acesso em: 8 jul. 2022.

YADAV, A.; GUPTA, A. Noninvasive red and near-infrared wavelength-induced photobiomodulation: promoting impaired cutaneous wound healing. **Photodermatol. photoimmunol. photomed.**, Copenhagen, v. 33, n. 1, p. 4-13, Dec. 2016. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/phpp.12282>. Acesso em: 10 mar. 2020.

ZHANG, Y. *et al.* cDNA microarray analysis of gene expression profiles in human fibroblast cells irradiated with red light. **J. invest. dermatol.**, Baltimore, v. 120, n. 5, p. 849-857, May 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12713592/>. Acesso em: 2 out. 2022.

## APÊNDICE 1 – INSTRUMENTO PARA COLETA DE DADOS

### 1. Identificação

Título do artigo	
Título do periódico	
Autores	Nome: _____ Local de trabalho: _____ Graduação: _____
País	
Idioma	
Ano de publicação	

### 2. Instituição Sede do Ensino

Hospital	
Universidade	
Centro de Pesquisa	
Instituição única	
Pesquisa multicêntrica	
Outras instituições	
Não identifica o local	

### 3. Tipo de revista científica

Publicação de enfermagem geral	
Publicação de enfermagem dermatológica	
Publicação de enfermagem de outra especialidade	
Publicação médica	

### 4. Característica metodológica do estudo

Tipo de publicação	Pesquisa <input type="checkbox"/> Abordagem quantitativa: <input type="checkbox"/> delineamento experimental <input type="checkbox"/> delineamento quase-experimental <input type="checkbox"/> delineamento não experimental <input type="checkbox"/> Abordagem qualitativa. Não pesquisa <input type="checkbox"/> Revisão de literatura <input type="checkbox"/> Relato de experiência <input type="checkbox"/> Outras. Qual? _____
Objetivo ou questão de investigação	
Amostra	Seleção <input type="checkbox"/> Randomizada <input type="checkbox"/> Convencional <input type="checkbox"/> Outra _____ Tamanho (n): Inicial: _____ final: _____ Características: Idade: Sexo: <input type="checkbox"/> m <input type="checkbox"/> f Raça: _____ Diagnóstico: _____ Tipo de lesão: _____

	Critérios de inclusão/exclusão dos sujeitos _____
Tratamento dos dados	
Intervenções realizadas	5.1 Variável independente (intervenção): _____ 5.2 Variável dependente _____ 5.3 Grupo controle: ( ) Sim ( ) Não 5.4 Instrumento de medida: ( ) Sim ( ) Não 5.5 Duração do estudo: _____ 5.6 Métodos empregados para mensuração da intervenção: _____
Resultados	
Análise	7.1 Tratamento estatístico: _____ 7.2 Nível de significância: _____
Implicações	8.1 As conclusões são justificadas com base nos resultados: _____ 8.2 Quais são as recomendações dos autores: _____
Nível de evidência	

### 5. Avaliação do rigor metodológico

Clareza na identificação da trajetória metodológica no texto (método empregado, sujeitos participantes, critérios de inclusão/exclusão, intervenção, resultados).

Identificação de limitações ou vieses.

**APÊNDICE 2 – QUADRO SINÓPTICO PARA ANÁLISE DOS ARTIGOS****Quadro 3** – Quadro sinóptico para análise dos artigos

<b>Número</b>	<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Periódico/ Ano</b>	<b>Método / Nível de evidência</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Parâmetros utilizados</b>	<b>Desfecho</b>
---------------	---------------	--------------	---------------------------	--	-----------------	----------------------------------	-----------------

Fonte: Elaborado pela autora (2021).