



**INSTITUTO
FEDERAL**
Rio de Janeiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

CAMPUS REALENGO

FISIOTERAPIA

IZABELLA NASCIMENTO DE ARAUJO

O USO DO LASER NA CICATRIZAÇÃO DA MASTECTOMIA,
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

IFRJ- CAMPUS REALENGO

2022

IZABELLA NASCIMENTO DE ARAUJO

IZABELLA NASCIMENTO DE ARAUJO

O USO DO LASER NA CICATRIZAÇÃO DA MASTECTOMIA, UMA REVISÃO SISTEMÁTICA.

Trabalho de conclusão de curso apresentada à coordenação do Curso de Fisioterapia, como cumprimento parcial das exigências para conclusão do curso.

Orientadora: Hélia Pinheiro

Dados internacionais de catalogação na publicação Elaborada por Alane Elias Souza
Bibliotecária-CRB 7 n^o 6321

A658u

Araujo, Izabella Nascimento de.

O uso do laser na cicatrização da mastectomia, uma revisão sistemática, Rio de Janeiro, Brasil. / Izabella Araujo, 2022.

23f. 29 cm

Orientação: Hélia Pinheiro

Trabalho de conclusão de curso (graduação), bacharelado em fisioterapia – Instituto Federal de Educação, ciência e tecnologia do Rio de Janeiro, Campus Realengo, 2022.

1. Revisão sistemática sobre o uso da laserterapia após mastectomia. I. Pinheiro, Hélia, oriente. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. III. Título.

CDU 615.8

IFRJ- CAMPUS REALENGO

1º SEMESTRE/2022

IFRJ – CAMPUS REALENGO

IZABELLA NASCIMENTO DE ARAÚJO

**O USO DO LASER NA CICATRIZAÇÃO DA MASTECTOMIA,
UMAREVISÃO SISTEMÁRICA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à coordenação do
Curso de Bacharelado em
Fisioterapia, como cumprimento
parcial das exigências para
conclusão do curso.

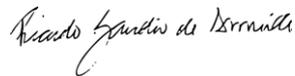
Aprovada em 20 de abril de
2022. Conceito: 8,5 (oito vírgula
cinco).

Banca Examinadora

HELIA
PINHEIRO
CORREA:85127205734

Digitally signed by
HELIA PINHEIRO
RODRIGUES
Date: 2022.06.02

Profª. Hélia Pinheiro Rodrigues Corrêa (Orientadora)



Profª. Ricardo Gaudio de Almeida



Profª. Kátia Maria Marques de Oliveira

Uso de laser na cicatrização da mastectomia, uma revisão sistemática.

RESUMO

O câncer é o problema de saúde pública mais importante no mundo, sendo uma das quatro principais causas de morte precoce na maioria dos países, especialmente entre as mulheres. O tratamento do câncer de mama varia em função do estadiamento da doença, das características do tumor e das condições da paciente. Assim, para casos em fases iniciais são indicadas as mastectomias. Após o procedimento cirúrgico, é de extrema importância tratar a ferida operatória. A fototerapia surge como uma alternativa para acelerar a cicatrização. Os estudos enfocando a fototerapia para fins terapêuticos têm expandido; contudo, ainda existem diversas limitações, tanto na funcionalidade da técnica como tratamento quanto dos benefícios reais e potenciais riscos. Assim, o objetivo deste estudo é descrever os possíveis efeitos da fototerapia com laser aplicada em pacientes mastectomizadas visando a cicatrização; bem como, descrever benefícios e potenciais prejuízos. A presente revisão sistemática foi desenvolvida nas bases de dados eletrônicos Pubmed, Scielo, Lilacs e Google Acadêmico, no período de 2015 a 2021, com os seguintes descritores Breast Neoplasms, Phototherapy, Mastectomy, Laser Therapy e Healing. A fotobiomodulação leva a efeitos analgésicos, antiedematosos, antiinflamatórios e cicatrizantes. As características e parâmetros variáveis de dispositivos de luz é um dos fatores que complicam a interpretação dos resultados da pesquisa sobre os efeitos da luz de baixa intensidade em feridas na pele. Os mecanismos de ação responsáveis por essas consequências benéficas ainda não são totalmente conhecidos, inclusive, ainda existem referências que contradizem o efeito da fototerapia na proliferação celular (fibroblastos, células endoteliais e queratinócitos).

Palavras-chave: Fototerapia; Fotobiomodulação; Cicatrização; Mastectomia.

ABSTRACT

Cancer is the most important public health problem in the world, being one of the four main causes of early death in most countries, especially among women. The treatment of breast cancer varies depending on the stage of the disease, the characteristics of the tumor and the conditions of the patient. Thus, for cases in early stages, mastectomies are indicated. After the surgical procedure, it is extremely important to treat the surgical wound. Phototherapy appears as an alternative to accelerate healing. Studies focusing on phototherapy for therapeutic purposes have expanded; however, there are still several limitations, both in the functionality of the technique as a treatment and in the real benefits and potential risks. Thus, the aim of this study is to describe the possible effects of laser phototherapy applied to mastectomized patients with a view to healing; as well as describing benefits and potential harms. The present systematic review was developed in the electronic databases Pubmed, Scielo, Lilacs and Google Scholar, from 2015 to 2021, with the following descriptors Breast Neoplasms, Phototherapy, Mastectomy, Laser Therapy and Healing. Photobiomodulation leads to analgesic, anti-edematous, anti-inflammatory and healing effects. The variable characteristics and parameters of light devices is one of

the factors that complicate the interpretation of research results on the effects of low-intensity light on skin wounds. The mechanisms of action responsible for these beneficial consequences are not yet fully known, and there are even references that contradict the effect of phototherapy on cell proliferation (fibroblasts, endothelial cells and keratinocytes).

Keywords: Phototherapy; Photobiomodulation; Healing; Mastectomy.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	7
2	OBJETIVOS.....	10
	2.1 OBJETIVO GERAL	10
	2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3	MATERIAL E MÉTODOS	10
4	RESULTADOS.....	12
5	DISCUSSÃO	16
6	CONCLUSÃO	<u>19</u>
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	<u>21</u>

1 INTRODUÇÃO

O câncer é o problema de saúde pública mais importante no mundo, sendo uma das quatro principais causas de morte antes dos 70 anos de idade na maioria dos países. Dentre as mulheres, o câncer de mama é o mais prevalente e com altas taxas de morbimortalidade (1). De acordo com o Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA), a estimativa de novos casos em 2021 foi de 66.280 pessoas e o número de mortes foi 18.295, sendo 18.068 mulheres e 227 homens (1). Vale destacar que o incremento do número de casos é decorrente de diversos fatores, incluindo o desenvolvimento da tecnologia de detecção e iniciativas de rastreamento precoce (2)

A fisiopatologia do câncer é bem estabelecida na literatura, apesar de ser uma patologia multifatorial com muitos fatores de risco associados, incluindo idade, menarca precoce, menopausa tardia, nuliparidade, obesidade, histórico familiar e exposição a agentes mutagênicos. Estudos indicam que alterações genéticas podem atuar em protooncogenes inativos e transformá-los em oncogenes, responsáveis pela cancerização de células normais. Essas células mutadas são caracterizadas pela alta capacidade de replicação, invasão de tecidos vizinhos e possibilidade de migração através de vasos sanguíneos, levando a quadros de metástase (3, 4).

O câncer de mama pode ocorrer em estruturas das células dos ductos, lóbulos, tecido mamário e sistema linfático. Após a fase inicial ou subclínica, na qual o tumor ainda é impalpável, tem-se a impressão de evolução lenta. Contudo, estima-se que o tumor de mama duplique de tamanho a cada período de 3-4 meses e, se não tratado, pode levar a óbito em 3-4 anos do descobrimento do tumor pela palpação (3). Devido a essa progressão rápida, a demora entre o diagnóstico e o início do tratamento agrava o câncer de mama. Dessa forma, em 2012, foi instituída a Lei nº12.732, que dispõe sobre o direito do paciente oncológico ao início do tratamento em um período igual ou inferior a 60 dias após confirmação do diagnóstico. Além disso, a Organização Mundial da Saúde (OMS) adverte que são necessárias medidas de rastreio na fase inicial da patologia, fortalecendo estratégias de prevenção e tratamento precoce e reduzindo repercussões físicas, psíquicas e sociais causadas por esse tipo de neoplasia (1, 3).

O tratamento do câncer de mama varia em função do estadiamento da doença, das características do tumor e das condições da paciente. Assim, para casos em fases iniciais são indicadas as cirurgias, as quais podem ser apenas localizadas com retirada do tumor (conservadora) ou com retirada parcial ou total da mama (mastectomia). A mastectomia visa remover total ou parcial a glândula mamária acometida pelas células cancerígenas, podendo estar associada ou não com a remoção dos linfonodos axilares (5, 6). De acordo com Góis et al. (7) quando há linfadenectomia há aumento da possibilidade de complicações, como por exemplo: dor, linfedema, seroma, deiscência cicatricial e diminuição de amplitudes de movimento em membros superiores, impactando negativamente na qualidade de vida da paciente.

Após o procedimento cirúrgico, é de extrema importância tratar a ferida operatória (FO), uma vez que ela pode tornar-se uma complicação biológica caso não ocorra a regressão espontânea no prazo preestabelecido. O processo de cicatrização é comum a todas as feridas, independentemente do agente causador. Caracteriza-se como uma cascata de eventos celulares sinalizados por mediadores inflamatórios, moleculares e bioquímicos que interagem para que ocorra a reconstituição tecidual, dividido didaticamente em três fases principais: fase inflamatória, fase de proliferação ou de granulação da matriz extracelular e fibras (colágenas, elásticas e reticulares) e, por fim, a fase de remodelamento ou de maturação (8). Na terceira fase, ocorre substituição do colágeno, apoptose e formação da cicatriz (8, 9).

A fototerapia surge como uma alternativa para acelerar a cicatrização e tratamento de algumas complicações ou sequelas da mastectomia e linfadenectomia, inclusive cicatrização das feridas, analgesia e linfedema. A técnica consiste na utilização da luz para fins terapêuticos através do uso de equipamentos como o Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (laser) de alta ou baixa potência e o Light Emitter Diode (LED). Os lasers de alta potência têm indicação cirúrgica e cauterização com efeitos de ablação; enquanto que, os lasers de baixa potência são mais indicados para fins terapêuticos e bioestimuladores, especialmente na aceleração de cicatrização (28).

O Laser é composto por uma cavidade óptica ressonante e diferentes tipos de meios ativos, como sólidos, líquidos ou materiais gasosos, nos quais os processos de geração de luz ocorrem por meio da passagem de uma corrente elétrica com potência na faixa de 10^{-3} a 10^{-1} W, comprimento de onda de 300 a 10.600 nm, frequência de

pulso de 0 (emissão contínua) a 5.000 Hz, duração do pulso de 1 a 500 milissegundos, radiação total de 10-3000 segundos, intensidade entre 10^{-2} e 100 Wcm^{-1} e dose de 10^{-2} a 10^2 Jcm^{-2} (20, 24). No Brasil existe a norma técnica IEC 60825-1 (aplicável a qualquer equipamento a laser) e a norma técnica NBR IEC 60601-2-22, que é específica para equipamentos a laser com fins terapêuticos e de diagnóstico. A principal contribuição da norma é estabelecer um critério de classificação de lasers, de acordo com o grau de risco que eles oferecem (27).

Existem duas categorias de lasers: de alta potência e baixa potência (laser de hélio-neon, laser de arsenato de gálioalumínio e o laser combinado de hélio-neon diodo), cada um com seus efeitos específicos. Os primeiros têm efeitos térmicos, vaporização e hemostasia, enquanto o segundo tipo está mais associado a propriedades analgésicas, anti-inflamatórias e de bioestimulação (19). No geral, utiliza-se mais comumente a fototerapia de baixa potência, com a vantagem de ser um procedimento não invasivo, não térmica, asséptica, indolor, com boa relação custo-benefício, com efeitos positivos regeneração tecidual, redução de processos inflamatórios e dolorosos, além de promover mínimos efeitos colaterais (16, 18-19).

A bioestimulação promovida pelo laser terapêutico foi relatado desde a década de 1960, principalmente na dermatologia para recuperação de feridas cutâneas (19). A resposta é decorrente da interação entre a luz laser com as células, estimulando a ativação e proliferação de linfócitos e mastócitos, o aumento na produção de ATP mitocondrial e diminuição dos mediadores inflamatórios, induzindo o processo de cicatrização.

A radiação visível atua pela via mitocondrial, enquanto a invisível atua nos cromóforos. Através da captação da luz pelos cromóforos presente na pele, ocorre a fotobiomodulação no interior celular, aumento da circulação local, proliferação celular e síntese de colágeno e consequente efeito analgésico, antiedematoso, anti-inflamatório e cicatrizante (9-12). De acordo com Silva et al. (29), o laser provoca uma proliferação celular nos tecidos epiteliais, culminando em aumento do número de células, migração e adesão celular, além de ativar os fatores de crescimento. No tecido conjuntivo, há estímulo dos fibroblastos com aumento da síntese de colágeno, aumento da vascularização e angiogênese. Rocha et al. (4) verificou que a fototerapia reduz as principais complicações pós mastectomia, incluindo a limitação de mobilidade do ombro, linfedema e dor. Contudo, não analisou efeitos na cicatrização.

Os estudos enfocando a fototerapia para fins terapêuticos têm expandido; contudo, ainda existem diversas limitações, tanto na funcionalidade da técnica como tratamento quanto dos benefícios reais e potenciais riscos. Torna-se fundamental o conhecimento detalhado da técnica; visto que, a escolha do equipamento, da dose e da própria adesão do paciente ao tratamento podem ser gargalos ao sucesso terapêutico (13).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Descrever os possíveis efeitos da fototerapia com laser aplicada em pacientes mastectomizadas visando a cicatrização.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender a fisiopatologia do câncer de mama e o tratamento por mastectomia;
- Compreender a aplicabilidade da técnica de fototerapia com laser em pacientes mastectomizadas;
- Verificar os benefícios e potenciais prejuízos da fototerapia na cicatrização pós mastectomia.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A presente revisão sistemática foi desenvolvida através de consultas no mês de dezembro de 2021 nas bases de dados eletrônicas Pubmed, Scielo, Lilacs e Google Acadêmico. A busca priorizou artigos científicos completos publicados no período de 2015 a 2021, com os seguintes descritores Breast Neoplasms, Phototherapy, Mastectomy, Laser Therapy e Healing todos validados no Mesh-Medical Subjects Headings (<http://nlm.nih.gov/mesh>).

Os critérios de inclusão foram artigos científicos completos em consonância com a temática, publicados entre 2015 e 2021 nos idiomas inglês e português. Foram excluídas teses, dissertações e resumos de congressos, artigos não diretamente

relacionados com o tema, publicados fora do período pré-determinado e aqueles em duplicadas.

Nas três bases de dados selecionadas, foram encontrados 102 artigos (Figura 1) no total, os quais tiveram seus títulos e resumos avaliados. Após o refino, foram removidos artigos que relacionavam o uso de laserterapia com analgesia, linfedema e outras complicações ou tratamentos. Assim, foram selecionados oito artigos, que contemplavam a temática laserterapia e cicatrização, os quais foram lidos na íntegra e compuseram a presente revisão teórica (Tabela 1).

O baixo número de artigos é decorrente da integração entre as palavras chave. Apesar de sozinhas, as palavras cicatrização, laserterapia e mastectomia gerarem muitos artigos, quando associadas há redução desse número.

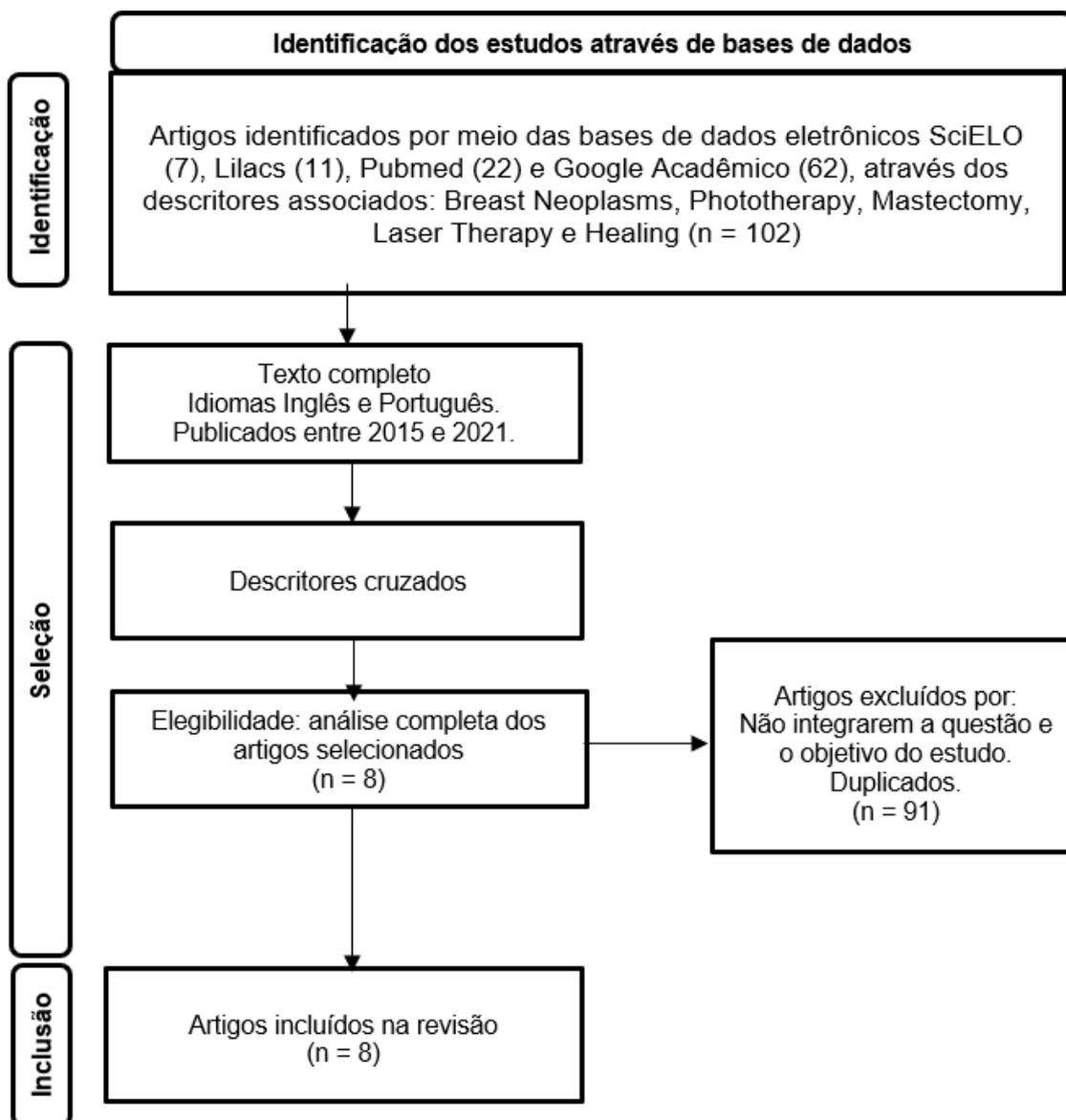


Figura 1. Fluxograma das informações bibliográficas obtidas através das diferentes fases da revisão sistemática. Modelo PRISMA.

4 RESULTADOS

Trabalhos focados em pesquisas bibliográficas tem por finalidade representar as contribuições científicas acerca de determinado assunto ou fenômeno. Para se obter os artigos, os descritores utilizados foram associados e houve baixo número de artigos que relacionavam cicatrização pós mastectomia com fototerapia. Os artigos que versam sobre a temática são recentes e abordam de forma bastante frequente a

relação de laserterapia com mastectomia e linfadenectomia; contudo, poucos artigos sobre cicatrização pós mastectomia, somente cicatrização de forma geral (Quadro 1).

Quadro 1. Artigos selecionados para revisão sistemática encontrados nas bases de dados Scielo, Lilacs e Pubmed.

Autor/ Ano	Título do artigo	Tipo de pesquisa	Frequência do laser	Principais resultados	Conclusão
Rocha et al. (2019) (4)	Fototerapia Pós-Mastectomia: uma Revisão Sistemática	Revisão sistemática	Laser e LED	A fototerapia promoveu diminuição da dor em ombro, diminuição do volume e circunferência do linfedema no membro superior, regulação do sistema linfático e imunológico.	A fototerapia aplicada nas complicações pós-mastectomia mostrou ser uma terapêutica segura em pacientes oncológicos, sugerindo melhora sobre os aspectos da funcionalidade do indivíduo e sua qualidade de vida.
Ferreira; Batista e Catão (2021) (9)	A atuação da laserterapia na angiogênese e no reparo tecidual	Revisão sistemática	Laser de baixa densidade	Revisão teórica sobre os efeitos da laserterapia na cicatrização de feridas e angiogênese.	Laserterapia pode ser uma alternativa terapêutica na reparação tecidual, atuando como fotobiomodulador, com efeitos analgésicos, anti-inflamatórios, anti-edema e antimicrobianos, oferecendo melhorias no mecanismo de resposta celular e na cicatrização.
Banerjee et al. (2017) (11)	Photodynamic therapy: inception to application in breast cancer	Revisão narrativa	-	Efeitos imunológicos da fototerapia.	A terapia fotodinâmica tem baixa toxicidade, repetibilidade e aparente atividade antitumoral, potencializa resposta imune causando morte de células tumorais. Outros ensaios clínicos são aguardados para avaliar seu uso no câncer de mama.
Robijns et al. (2016) (12)	The use of low-level light therapy in supportive care for patients with breast cancer: review of the literature	Revisão sistemática	Laser de baixa intensidade	Utilizou-se referências sobre os efeitos do fototerapia de baixa frequência na mucosite oral (OM), radiodermatite (RD), linfedema, neuropatia periférica induzida por quimioterapia (CIPN) e osteonecrose da mandíbula (ONJ) para fornecer evidências sobre o câncer de mama.	Resultados sugerem que o fototerapia de baixa intensidade é uma opção promissora para o controle dos efeitos colaterais relacionados ao tratamento do câncer de mama. Contudo, ainda é importante definir o tratamento adequado e parâmetros da irradiação para garantir efetividade.
Mahvi et al. (2018) (14)	Local Cancer Recurrence: The Realities, Challenges, and Opportunities for New Therapies	Revisão Narrativa	-	Prevalência, fatores de risco e tratamentos para seis tipos de câncer.	Avanços notáveis em técnicas cirúrgicas, quimioterapia sistêmica e radioterapia estão diminuindo as taxas de recorrência loco-regional e melhorando a sobrevida geral. O uso de medicamentos certamente poderá auxiliar nos efeitos colaterais sistêmico e recorrência plataformas. Mais pesquisas experimentais nessa área são fundamentais.

Mahvi et al. (2018) (14)	Local Cancer Recurrence: The Realities, Challenges, and Opportunities for New Therapies	Revisão Narrativa	-	Prevalência, fatores de risco e tratamentos para seis tipos de câncer.	Avanços notáveis em técnicas cirúrgicas, quimioterapia sistêmica e radioterapia estão diminuindo as taxas de recorrência loco-regional e melhorando a sobrevida geral. O uso de medicamentos certamente poderá auxiliar nos efeitos colaterais sistêmicos e recorrência em plataformas. Mais pesquisas experimentais nessa área são fundamentais.
Mokoeda et al. (2021) (16)	Photodynamic Therapy Induced Cell Death Mechanisms in Breast Cancer	Revisão Narrativa	-	Trabalho focado na etiopatologia do câncer de mama e mecanismos de morte celular induzida por terapia fotodinâmica (PDT, em inglês) em células de câncer de mama.	Capacidade a terapia fotodinâmica de estimular o sistema imune inato através da apoptose, necrose, autofagia e via imunogênica. Mais estudos precisam ser realizados a fim de compreender os padrões de resistência ao tumor, possíveis classificações de antígenos e alvos para cada tipo de câncer de mama, ativação e supressão do sistema imunológico e abordagens específicas de dose para ajustar o aplicação do PDT.
Gonçalves et al. (2020) (17)	Tecnologias em saúde aplicadas na reabilitação de mulheres com câncer de mama: revisão de escopo	Revisão sistemática	Laser de baixa intensidade	Analisados 33 estudos, visando entender as tecnologias em saúde na reabilitação física de mulheres que desenvolveram alterações no membro superior homolateral após a cirurgia para o câncer de mama. As tecnologias duras mais avaliadas foram acupuntura, terapia de laser de baixo nível e plataformas de exercício on line, sendo empregadas, principalmente, para complicações como dor e linfedema.	A maioria dos estudos utilizaram as tecnologias leve-duras, com destaque para os programas de exercícios, e a associação de diferentes tecnologias, de intensidade variadas, empregadas com bons resultados físicos. Além de atuarem no estímulo ao autocuidado e na orientação das mulheres quanto a autogestão das complicações, promovendo a autonomia, confiança e retomada de seus papéis sociais.
Sousa et al. (2015) (18)	Action of AlGaInP laser and high frequency generator in cutaneous wound healing. A comparative study	Estudo experimental	Laser de alta frequência	O laser foi efetivo no reparo de feridas e revascularização nas doses de 5J/cm ² e 8J/cm. A proliferação de fibroblastos foi superior nas maiores doses	O laser AlGaInP, 5J/cm ² e 8J/cm, forneceu um maior estímulo para a cura. Tanto o laser de baixa, quanto de alta frequência foram eficazes na fase de remodelação, contudo o laser de alta frequência apresentou benefícios significativos somente na fase inicial do reparo.

5 DISCUSSÃO

O câncer de mama é muito prevalente em mulheres e tem alta taxa de mortalidade quando descoberto em fases avançadas ou com início tardio do tratamento. Estima-se que mais de 90% dos cânceres de mama são não malignos no momento do diagnóstico precoce; entretanto, tem alto potencial de proliferação e invasão aos sistemas linfático e hematológico, tornando-o alvo importante de rastreio (14). O câncer de mama tem causa multifatorial, associado a mutações genéticas nos genes BRCA1 (gene do câncer de mama 1) e BRCA2 (gene do câncer de mama 2), alta densidade mamária, história familiar, gravidez tardia a termo, falta de atividade física e tabagismo e consumo de álcool (15).

Existem diversos tratamentos possíveis para o Câncer de mama e dependem de uma série de fatores, dentre eles, o tipo de câncer de mama, o estágio da doença, saúde geral e preferência do paciente. Geralmente, um paciente com um tumor localizado pode ser tratado com cirurgia com remoção parcial ou total da mama (mastectomia) e a terapia inicial pode ser combinada com quimioterapia ou radioterapia (16).

Como todo procedimento cirúrgico, há formação de lesão cirúrgica no local acometido do tumor. Frequentemente, a lesão tem evolução positiva; no entanto, pode haver complicações, as quais podem afetar tanto a saúde quanto a qualidade de vida e autoestima da mulher. Entre essas complicações da mastectomia, é possível observar a dor, formação de seroma, linfedema, diminuição da amplitude de movimento e força muscular do braço homolateral ao procedimento cirúrgico (4). A deiscência da ferida operatória também é uma complicação possível, caracterizada pela separação de planos profundos, seguida pela descarga de líquidos e, subsequente, formação de hérnia incisional (17, 20). A cicatrização, por sua vez, é também um processo complexo, que envolve vários eventos, incluindo coagulação, inflamação, formação de tecido de granulação, epitelização, angiogênese, síntese de colágeno e remodelação de tecidos. Nesse sentido, é fundamental compreender os aspectos associados a cicatrização das lesões e, principalmente, reconhecer potenciais distúrbios de normalidade e tratamentos para acelerar o processo de reparação tecidual (20).

A fototerapia é uma das condutas fisioterapêuticas para tratar as disfunções provenientes da mastectomia, a qual é caracterizada pela utilização da luz para fins

terapêuticos. Equipamentos conhecidos como Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) e led (Light Emitter Diode) emitem luz em diferentes comprimentos de onda e intensidade e promovem a estimulação de cromóforos presente na pele (hemoglobina e melatonina) (13, 16, 19). Ela auxilia no reparo tecidual, em virtude dos efeitos fotobiomoduladores nos mais diversos mecanismos celulares (9).

Rocha et al. (4) realizaram uma revisão sistemática buscando descrever os possíveis efeitos da fototerapia nas complicações físicas pós-mastectomia. O referencial teórico demonstrou que a maioria dos tratamentos com fototerapia nessas pacientes foi realizado por meio do laser terapêutico e do infravermelho, apresentando resultados satisfatórios para redução de quadros dolorosos e complicações como linfedema, além de estimular o sistema imunológico e linfático e cicatrização. Os autores relataram que é possível utilizar a laserterapia em diversos comprimentos de ondas (904 a 980 nm) e dosagens (1,5 a 4,8 J/cm²) de acordo com os tratamentos propostos e aspectos fisiológicos do indivíduo. Morrison et al. (22) verificaram efeitos positivos da resposta histológica e apoptose das células tumorais utilizando laser de 630 nm e por via intravenosa. De acordo com Sommer et al. (23), doses muito baixas não promovem efeitos biológicos, enquanto doses mais altas resultam em inibição das funções celulares. Em oposição, Sousa et al. (18), apontou que doses mais baixas do laser de baixa intensidade são mais efetivas na fase inicial do processo de cicatrização e doses mais altas são mais efetivas nas fases mais avançadas. Assim, importante ressaltar que não há ainda consenso sobre a dosagem comprimento de onda ideal para o uso de laserterapia, tornando essa área de estudo ainda dependente de mais experimentos (9, 12).

Diversos estudos demonstram os efeitos do laser na fotobiomodulação e estímulo do fotorreceptor citocromo-C-oxidase, promovendo um incremento do metabolismo energético mitocondrial, a angiogênese, a proliferação de fibroblastos e síntese de colágeno e reparação tecidual (18, 24). O aumento do desempenho energético celular levará ao aumento da síntese de DNA e RNA, enzimas e proteínas, resultando em uma célula com maior capacidade de proliferação, ativação e reparo (12).

Zhevago et al. (10) realizaram um estudo experimental com o objetivo de verificar a eficácia do uso percutâneo de luz visível policromática combinada com radiação infravermelha policromática no manejo pós cirúrgico de câncer de mama. O

estudo verificou que um tratamento com luz policromática preveniu o desenvolvimento de imunossupressão nas pacientes com câncer de mama no período pós-mastectomia precoce.

A cicatrização utilizando laserterapia tem demonstrado alta eficácia. Silva et al. (25) avaliaram o efeito de laser de baixa intensidade na cicatrização de enxertos cutâneos em ratos. Os resultados demonstraram que ratos submetidos a laserterapia tiveram menor tempo de reação inflamatória, maior velocidade de cicatrização, epitelização e queratinização. O colágeno é fundamental para o processo de regeneração tecidual, assim, estudos tem demonstrado que a terapia a laser eleva os níveis de ácido ascórbico nos fibroblastos, aumentando, com isso, a formação da hidroxiprolina e, conseqüentemente, a produção de colágeno; visto que, o ácido ascórbico constitui um cofator necessário à hidroxilação da prolina durante a síntese colagênica (20).

Estudos também sugerem a relação da laserterapia de baixa potência com a melhora do sistema imunológico, especialmente pelo aumento da atividade quimiotática e fagocitária dos leucócitos durante a fase inicial do processo de cicatrização, permitindo a limpeza da lesão e reparo subsequente. Após a ativação da resposta imune inata, há estimulação da resposta adaptativa, especialmente com produção de células T auxiliares, T citotóxicas e linfócitos T reguladores (25). Nath, Obaid e Hasan (26) destacaram que a ativação do sistema imunológico adaptativo promove a liberação de células T de memória, servindo como uma imunidade antitumoral de longa duração que controla a metástase do tumor e ajuda a evitar a recorrência do câncer pós fototerapia.

A angiogênese é um dos principais fatores relacionados ao reparo tecidual, parte da segunda fase de cicatrização. Através da angiogênese é possível a restauração da oxigenação e suprimento nutricional ao tecido, favorecendo a proliferação celular e migração de células endoteliais. A laserterapia estimula essa neovascularização através da fotoestimulação de células endoteliais, proliferação de fibroblastos e depósitos de fibras colágenas, além de estimular o relaxamento da musculatura lisa através da estimulação de óxido nítrico e promover efeitos analgésicos (20, 21, 24).

O uso da laserterapia de baixa intensidade em lesões de mamas pode ser efetivo, pois apesar de não ter efeito curativo de forma direta, tem ação antiálgico, melhor resposta à inflamação, com conseqüente redução do edema e minimização

da dor, além de favorecer de maneira bastante eficaz a reparação tecidual da região lesada mediante a bioestimulação celular (20).

O uso incorreto da laserterapia pode gerar efeitos adversos. Spina (27) citou a publicação do "Swedish Laser-Medical Society" que aborda diversas contraindicações terapêuticas do laser de baixa intensidade, classificando em três modalidades: Contraindicações para terapia laser em geral; Contraindicações para terapia laser "em alguns casos"; Contraindicações não apropriadas para terapia laser. No entanto, os estudos são ainda muito inconclusivos sobre os efeitos adversos. A principal desvantagem da laserterapia de baixa intensidade está associada a falta de ensaios clínicos e estudos detalhados com protocolos contendo dosagens e intensidades ideais para alcançar uma melhor eficácia terapêutica (27). Provavelmente, a falta de estudos experimentais seja devido às questões éticas envolvidas nessa técnica terapêutica.

6 CONCLUSÃO

Existem inúmeras publicações que abordam a fisioterapia no pós-operatório de mastectomia. Entretanto, a literatura sobre laserterapia de baixa potência ainda é incipiente, com alta demanda de estudos experimentais que demonstrem eficácia comprovada como fotobiomodulação e, principalmente, indicações de tipos de luz e parâmetros ideais. No entanto, diversos autores sugerem efeitos positivos da técnica terapêutica, especialmente em eventos celulares (proliferação epitelial, endotelial e fibroblástica, elevada síntese colagênica, proliferação e diferenciação de fibroblastos, movimentação celular dos leucócitos e atividade imunológica e vasculares (angiogênese e vasodilatação), que desempenham importante papel na aceleração do processo de reparo de tecidos injuriados.

São pontos chave dessa nossa revisão sistemática:

- A fotobiomodulação leva a efeitos analgésicos, antiedematosos, antiinflamatórios e cicatrizantes.

- As características e parâmetros variáveis de dispositivos de luz é um dos fatores que complicam a interpretação dos resultados da pesquisa sobre os efeitos da luz de baixa intensidade em feridas na pele.
- Os mecanismos de ação responsáveis por essas consequências benéficas ainda não são totalmente conhecidos, inclusive, ainda existem referências que contradizem o efeito da fototerapia na proliferação celular (fibroblastos, células endoteliais e queratinócitos).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Câncer de mama [Internet]. Rio de Janeiro: INCA, 2021. [acesso em 15 de dezembro de 2021]. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/tipos-de-cancer/cancer-de-mama>
2. Souza CB et al. Estudo do tempo entre o diagnóstico e início do tratamento do câncer de mama em idosas de um hospital de referência em São Paulo, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva* [online]. 2015, v. 20, n. 12 [Acessado 17 Dezembro 2021], pp. 3805-3816. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1413-812320152012.00422015>>. ISSN 1678-4561. <https://doi.org/10.1590/1413-812320152012.00422015>.
3. Ministério da Saúde. Secretaria Nacional de Assistência à Saúde. Instituto Nacional de Câncer. Coordenação de Prevenção e Vigilância – (Conprev) Falando sobre câncer de mama. – Rio de Janeiro: MS/INCA, 2002. 66 págs.
4. Rocha A de JM, Lemos GBFD, Ribeiro RTSK. Fototerapia Pós-Mastectomia: uma Revisão Sistemática. *Rev. Bras. Cancerol.* [Internet]. 15º de julho de 2019 [citado 19º de dezembro de 2021];65(1):e-13347. Disponível em: <https://rbc.inca.gov.br/revista/index.php/revista/article/view/347>
5. Recchia TL, Prim AC, Luz CM. Upper limb functionality and quality of life in women with five-year survival after breast cancer surgery. *Rev Bras Ginecol Obstet* 2017;39(3):115- 22. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1598642>
6. Hamaji MP, Sousa FH, Júnior VAO, Sousa CAP, Oliveira FR, Valenti VE. O cuidado à mastectomizada com linfadenectomia axilar, prevenção de linfedema: revisão integrativa. *Revista de Enfermagem UFPE* 2014;8(4):1064-71. <https://doi.org/10.5205/reuol.5829-50065-1-ED-1.0804201435>
7. Góis MC, Trindade KMO, Cobucci RNO, et al. Prevalência das complicações pós-operatórias decorrentes da mastectomia radical modificada com linfadenectomia axilar. *Rev Bras Mastologia*. 2011;21(4):157-160.
8. Campos ACL, Borges-Branco A, Groth AK. Cicatrização de feridas. *ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)* [online]. 2007, v. 20, n. 1 [Acessado 17 Dezembro 2021], pp. 51-58. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-67202007000100010>>. Epub 11 Maio 2012. ISSN 2317-6326. <https://doi.org/10.1590/S0102-67202007000100010>.
9. Ferreira ACD, Batista ALA, Catão MHCV. A atuação da laserterapia na angiogênese e no reparo tecidual. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 3, e34610313334, 2021, DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13334>
10. Zhevago NA, Zimin AA, Glazanova TV, et al. Polychromatic light (480-3400 nm) similar to the terrestrial solar spectrum without its UV component in post-surgical immunorehabilitation of breast cancer patients. *J Photochem Photobiol B*. 2017; 166:44-51. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.10.040>.

11. Banerjee SM, MacRobert AJ, Mosse CA, et al. Photodynamic therapy: inception to application in breast cancer. *Breast*. 2017; 431:105-113. doi: <https://doi.org/10.1016/j.breast.2016.09.016>.
12. Robijns J, Censabella S, Bulens P, et al. The use of lowlevel light therapy in supportive care for patients with breast cancer: review of the literature. *Lasers Med Sci*. 2017;32(1):229-242. doi: <https://doi.org/10.1007/s10103-016-2056-y>.
13. Duarte I, Buense R, Kobata C. Phototherapy. *An Bras Dermatol*. V. 81, n. 1, p. 74-82, 2006.
14. Mahvi DA, Liu R, Grinstaff MW, Colson YL, Raut CP. Local Cancer Recurrence: The Realities, Challenges, and Opportunities for New Therapies. *CA Cancer J. Clin*. 2018, 68, 488–505. [CrossRef]
15. Doren A, Vecchiola A, Aguirre B, Villaseca P. Gynecological-Endocrinological Aspects in Women Carriers of BRCA1/2 Gene Mutations. *Climacteric* 2018, 21, 529–535. [CrossRef] [PubMed]
16. Mokoena DR, George BP, Abrahamse H. Photodynamic Therapy Induced Cell Death Mechanisms in Breast Cancer. *Int. J. Mol. Sci*. 2021, 22, 10506. <https://doi.org/10.3390/ijms221910506>
17. Gonçalves ML, Tomadon A, Cruz LAP, Gozzo TO. Tecnologias em saúde aplicadas na reabilitação de mulheres com câncer de mama: revisão de escopo. *Acta Fisiatr*. 2020;27(1):51-57.
18. Sousa RC, Maia Filho AL, Nicolau RA, Mendes LM, Barros TL, Neves SM.. Action of AlGaInP laser and high frequency generator in cutaneous wound healing. A comparative study. *Acta cirurgica brasileira*, 2015, 30(12), 791–798. <https://doi.org/10.1590/S0102-865020150120000001>
19. Zhevago NA, Zimin AA, Glazanova TV, et al. Polychromatic light (480-3400 nm) similar to the terrestrial solar spectrum without its UV component in post-surgical immunorehabilitation of breast cancer patients. *J Photochem Photobiol B*. 2017;166:44-51. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.10.040>.
20. Lins RDAU et al. Efeitos bioestimulantes do laser de baixa potência no processo de reparo. *Anais Brasileiros de Dermatologia* [online]. 2010, v. 85, n. 6 [Acessado 17 Dezembro 2021] , pp. 849-855. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0365-05962010000600011>>. Epub 27 Jan 2011. ISSN 1806-4841. <https://doi.org/10.1590/S0365-05962010000600011>.
21. Chaves MEA et al. Effects of low-power light therapy on wound healing: LASER x LED* * Work performed at the Bioengineering Laboratory at Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Belo Horizonte (MG), Brazil. . *Anais Brasileiros de Dermatologia* [online]. 2014, v. 89, n. 4 [Accessed 19 December 2021], pp. 616-623. Available from: <<https://doi.org/10.1590/abd1806-4841.20142519>>. ISSN 1806-4841. <https://doi.org/10.1590/abd1806-4841.20142519>.

22. Morrison SA, Hill SL, Rogers GS, Graham RA. Efficacy and safety of continuous low-irradiance photodynamic therapy in the treatment of chest wall progression of breast cancer, *J. Surg. Res.* 192 (2) (2014) 235–241.
23. Sommer AP, Pinheiro AL, Mester AR, Franke RP, Whelan HT. Biostimulatory windows in low-intensity laser activation: lasers, scanners, and NASA's light-emitting diode array system. *J Clin Laser Med Surg.* 2001;19:29-33.
24. Pinheiro ALB, Ramalho LMP. Effect of IR laser photobiomodulation on the repair of bone defects grafted with organic bovine bone. *Lasers Med Sci.* 2008;23(3):313-7.
25. Silva E, dos Santos E, Ricci-Júnior E. Terapia fotodinâmica no tratamento do câncer de pele: conceitos, utilizações e limitações. *Revista Brasileira de Farmácia.* 2009;90(3):211-7.
26. Nath S, Obaid G, Hasan T. The Course of Immune Stimulation by Photodynamic Therapy: Bridging Fundamentals of Photochemically-Induced Immunogenic Cell Death to the Enrichment of T Cell Repertoire. *Photochem. Photobiol.* 2019, 95, 1288–1305.
27. Spina L de A. Revisão 1. ESTIMA [Internet]. 2008 Dec. 1 [cited 2021 Dec. 20];6(4). Available from: <https://www.revistaestima.com.br/estima/article/view/23>
28. Cavalcanti TM, Almeida-Barros RQ, Catão MHCV, Feitosa APA, Lins RDAU. Conhecimento das propriedades físicas e da interação do laser com os tecidos biológicos na odontologia. *An Bras Dermatol.* 2011;86(5):955-60.
29. Silva Garcez A, Simões Ribeiro M, Núñez SC. Laser de baixa potência: princípios básicos e aplicações clínicas na Odontologia. Rio de Janeiro: Elsevier; 2012.