



ESCOLA BAHIANA DE MEDICINA E SAÚDE PÚBLICA
GABRIEL QUEIROZ GOUSSEAUD

**EFICÁCIA DA LASERTERAPIA DE BAIXA INTENSIDADE NO PROCESSO DE
CICATRIZAÇÃO TECIDUAL DE PACIENTES QUEIMADOS**

SALVADOR

2023

GABRIEL QUEIROZ GOUSSEAUD

**ASSOCIAÇÃO DA LASERTERAPIA DE BAIXA INTENSIDADE NO PROCESSO
DE CICATRIZAÇÃO TECIDUAL DE PACIENTES QUEIMADOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Medicina da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública como requisito da disciplina Introdução à Metodologia da Pesquisa.

Orientador: Prof. André Romeo

SALVADOR

2023

RESUMO

INTRODUÇÃO: Tratar pacientes queimados é um desafio, mesmo com os avanços tecnológicos esse tipo de acidente continua tendo impacto no cenário medico e económico do país. A laserterapia busca acelerar o processo de cicatrização desses pacientes, diminuindo o tempo de internamento e consequentemente um melhor prognostico e menos gastos públicos com saúde.

OBJETIVO: Avaliar a eficácia da laserterapia de baixa intensidade no processo de cicatrização tecidual de pacientes queimados. **MÉTODOS:** Trata-se de uma revisão sistemática da literatura com base no banco de dados *MEDLINE/ PubMed, Embase e The Cochrane Library*. Utilizando-se dos descritores “queimados”, “cicatrização” e “laserterapia”. Foi utilizado o protocolo PRISMA 2020 como guia para a revisão sistemática. Para avaliação do risco de viés dos estudos foi utilizada a ferramenta *The Cochrane Collaboration’s tool for assessing risk of bias*. Foram incluídos apenas ensaios clínicos randomizados que utilizaram a laserterapia em pacientes queimados.

RESULTADOS: Cinco estudos foram adicionados e obteve-se a amostra de 63 pacientes queimados que receberam o tratamento laserterápico. Concluiu-se que a laserterapia acelerou o processo cicatricial em todos os pacientes, acelerando a cicatrização completa das queimaduras, além de reduzir o processo inflamatório, a dor, o edema e processo necrótico.

Palavras-Chave: Queimados, cicatrização e laserterapia.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Treating burn patients is a challenge, even with technological advances this type of accident continues to have an impact on the medical and economic scenario of the country. Laser therapy seeks to accelerate the healing process of these patients, reducing hospitalization time and consequently a better prognosis and less public health costs. **OBJECTIVE:** To evaluate the efficacy of low intensity laser therapy in the process of tissue healing in burn patients. **METHODS:** This is a systematic review of literature based on MEDLINE/Pubmed, Embase and The Cochrane Library databases. Using the descriptors "burns", "healing" and "laser therapy". The PRISMA 2020 protocol was used as a guide for the systematic review. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias was used to assess the risk of bias of the studies. Only randomized clinical trials that used laser therapy in burn patients were included. **RESULTS:** Five studies were added and the sample size of 63 burn patients who received laser therapy treatment was obtained. It was concluded that laser therapy accelerated the healing process in all patients, accelerating the complete healing of burns, besides reducing inflammation, pain, edema and necrotic process.

Key words: Burns, healing and laser therapy.

LISTA DE ABREVIACÕES

UTQ	Unidade de Tratamento de Queimados
RBQ	Revista Brasileira de Queimaduras
MS	Ministério da Saúde
MMSS	Membros superiores
SCQ	Superfície corporal queimada
VSS	<i>Vancouver Scar Scale</i>
VAS	<i>Visual Analogue Scale</i>
PLP	Sonda Laser Portátil
STROBE	<i>Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology</i>
LLLT	Laserterapia de baixa intensidade
DMII	Diabetes Melitos tipo 2

LISTA DE FIGURAS/TABELAS

Figura 1. Fluxo de seleção dos estudos.

Figura 2. Avaliação da qualidade dos estudos selecionados, com base nos itens essenciais da iniciativa *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE).

Tabela 1. Conjunto de estudos com uso da laserterapia

Tabela 2. Características gerais dos estudos selecionados.

Tabela 3. Contém características da queimadura e laser, tempo médio de tratamento e resultados.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	6
2.	OBJETIVO.....	7
3.	REVISÃO DE LITERATURA.....	8
4.	METODOLOGIA.....	13
	4.1 Estratégia de Busca.....	13
	4.2 Critérios de inclusão e exclusão.....	13
	4.3 Identificação e seleção dos estudos.....	13
	4.4 Extração de dados.....	14
5.	RESULTADOS.....	15
6.	DISCUSSÃO.....	26
7.	CONCLUSÃO.....	29
8.	REFERÊNCIAS.....	30
9.	CRONOGRAMA.....	33
10.	ORÇAMENTO.....	33
11.	ANEXOS.....	34

1. INTRODUÇÃO

As queimaduras causam grandes impactos econômicos no Sistema de Saúde brasileiro todos anos. Segundo o chefe da Unidade de Tratamento de Queimados (UTQ) do Hospital da Restauração e vice-presidente da Sociedade Brasileira de Queimaduras, Marcos Barreto, cerca de 30% dos acidentes necessitam de internações em UTQ. Além disso, dados do Ministério da Saúde apontam que esse tipo de lesão representa a segunda causa de morte na infância no Brasil, e estima-se que ocorra em torno de 1.000.000 de acidentes que levam a queimaduras por ano. O número de casos que necessitam de hospitalização é alto, ou seja, cerca de 100.000 pacientes e, destes, aproximadamente 2.500 vão a óbito. A faixa etária de maior acometimento para queimaduras de primeiro e segundo grau é de 0 a 6 anos e para as de terceiro grau, adultos entre 19 e 60 anos, segundo uma pesquisa publicada pela Revista Brasileira de Queimaduras (RBQ)¹.

Para evitar tal cenário, como a maioria dos acidentes envolve agentes térmicos e crianças, segundo a RBQ, é aconselhável aos pais que evitem o acesso de crianças desacompanhadas à cozinha das casas, uma vez que esse é o local onde ocorre o maior número de acidentes. Outras formas de evitá-los é manter álcool e produtos inflamáveis longe do alcance das crianças, pois no cenário em que vivemos isso vale em especial para o álcool em gel, que se transformou em produto indispensável na vida dos brasileiros.

Para tratar pacientes queimados, é importante diminuir a dor e prevenir infecções, já que essas são a principal causa de complicações que podem ocorrer². Mais de 70% dessas infecções são causadas por bactérias Gram-negativas, nesse sentido, o manejo da cicatrização da ferida tem o intuito da obtenção de um bom resultado estético, da recuperação funcional do local atingido e reduzir o tempo de exposição desse paciente a possíveis infecções. A laserterapia de baixa intensidade acelera a cicatrização em cerca de 40%, além de oferecer outros benefícios, como controle da dor e melhor aparência estética das após a cicatrização completa³.

Conforme observado pelo médico e professor húngaro Endre Mester⁴, trabalhando com o laser de rubi, no final dos anos 60, a laserterapia exerce um papel fundamental na abordagem dos pacientes, já que irá possibilitar cicatrização tecidual mais rápida e por consequência menor tempo de exposição a infecções secundárias e outras situações que poderiam levar a pior desfecho, como sequelas e morte. Seguindo os trabalhos do professor Mester, a pesquisadora russa Tina Karu e colaboradores demonstraram a ação celular do laser, através do efeito de biomodulação atua nos processos alérgico, imunológico, inflamatório e cicatricial.

Por fim, no presente trabalho, procuraremos verificar a eficácia da laserterapia como método de tratamento na cicatrização das feridas de pacientes queimados.

2. OBJETIVO

GERAL:

- Avaliar a eficácia da laserterapia de baixa intensidade no processo de cicatrização tecidual de pacientes queimados.

3. REVISÃO DE LITERATURA

As queimaduras são feridas traumáticas causadas por agentes térmicos, químicos, elétricos ou radioativos. O potencial de gravidade de um acidente envolvendo queimadura é alto, mais de um milhão de pessoas se acidentam por ano. De acordo com dados do Ministério da Saúde (MS) 200 mil pacientes são atendidos em serviços de emergência e desses, 40 mil necessitam de hospitalização. Frente ao cenário da pandemia, o uso de álcool 70% se tornou um ato rotineiro da vida dos brasileiros, no período da pandemia o número de acidentes envolvendo queimaduras por agentes térmicos subiu⁵.

Visto a importância desse cenário, tratar e evitar sequelas nos pacientes é necessário. Pensando nisso o autor Everton Carlos Silveira do Vale publicou “Primeiro atendimento em queimaduras: a abordagem do dermatologista”⁶. Nesse estudo ressaltou a importância do preparo (até dos profissionais mais especializados) para atender esse tipo de paciente nos momentos iniciais da lesão, pois, segundo ele, a qualidade do atendimento inicial irá determinar o prognóstico final mais satisfatório, ou seja, menos tempo de internamento, diminuição da utilização de medicamentos e por consequência melhor gerenciamento de custos ao Sistema de Saúde.

Também vale ressaltar que a queimadura é um dos traumas mais graves que pode atingir um ser humano, uma vez que ela causa uma reação metabólica intensa e sistêmica, repercutindo em quase todos os órgãos. Apesar dos progressos alcançados ao longo dos anos, ainda hoje o volume de acidentes é alto, cerca de um milhão por ano no Brasil⁷ e por consequência isso ocasionalmente acarreta mortes e incapacitações físicas. Do ponto de vista sistêmico, para solucionar o problema o nosso corpo acelera o metabolismo bruscamente, podendo provocar um quadro de desnutrição proteico-calórico com o consumo de até 200% das reservas de energia do paciente. A intervenção nutricional precoce oferece a esse paciente um grande suporte, aliviando o quadro hipermetabólico e catabólico, melhorando o reparo tecidual⁸.

As queimaduras são divididas em 1^a, 2^a e 3^a graus, o que leva em conta a profundidade das camadas da pele atingidas, sendo a de 1^a epiderme e derme superior, de 2^a até a derme profunda e a de 3^a irá passar desses limites. Nesse sentido, para determinar a percentagem da superfície corporal queimada (SCQ) é utilizado principalmente a regra dos nove, que foi desenvolvida por Polask e Tennison em 1961⁹. Esse método é o mais utilizado nas emergências por ser o mais rápido e mais prático calculando a profundidade e o grau da área queimada. Divide-se o corpo em múltiplos de nove: a cabeça e os membros superiores (MMSS) valem 9% cada um, o tórax anterior e posterior e cada membro inferior valem 18% e o períneo 1% (Cartilha para o Tratamento de Emergência das Queimaduras)⁹. Sabendo disso, é importante comentar sobre os pacientes

afetados, que apresentam queimaduras de segundo grau em mais de 20% da SCQ e de terceiro grau em mais de 10%, além de lesões por corrente elétrica, no períneo e de terceiro grau em mãos, pés, pescoço ou axila.

A classificação do paciente como grande queimado auxilia os profissionais de saúde no tratamento, uma vez que quanto maior a percentagem da área atingida, mais grave é o paciente e, portanto, necessitará de maiores cuidados no manejo. Um desses cuidados é a reposição volêmica que é baseada na fórmula de Parkland (4 ml/ kg de salina para cada 1% de superfície corporal queimada), infundindo 50% deste volume nas primeiras 8 h⁹.

Um ponto chave é a cicatrização das feridas, pois o tempo de fechamento irá depender principalmente do grau da queimadura. As de primeiro levam em média 4 dias, as de segundo entre 14 e 30 dias e as de terceiro podem demorar até um ano para cicatrizarem completamente e deixam várias sequelas funcionais¹⁰. Outro ponto, é a funcionalidade do tecido queimado, queimaduras profundas tendem a substituir o epitélio antes funcional por um de característica predominantemente fibrosa, que por sua vez exerce apenas a atividade de revestimento, perdendo, por exemplo, a capacidade de regulação da temperatura corporal e contratilidade, além de sequelas estéticas.

A cicatrização da pele ocorre em 3 fases, a primeira é a inflamatória, que dura em média 4 dias e nela ocorre a liberação de mediadores químicos e a ativação do sistema de coagulação sanguínea, podendo haver edema, vermelhidão e dor. A segunda é a fase proliferativa, que pode durar de 5 a 20 dias e ocorre a neovascularização da região com grande infiltração de macrófagos. A última fase é a de reparo, quando a cicatriz já está formada e sofre uma remodelação para que a aparência e a funcionalidade de antes sejam alcançadas, visto que a maior parte do tecido utilizado para preencher a ferida tem apenas a função de revestimento, como publicado pelo professor Humberto Campos na *Cirurgia Plástica para Estudantes de Medicina*¹¹.

O profissional deve procurar sempre uma boa cicatrização, para que alguns problemas sejam evitados, dentre eles, e não menos importantes, as sequelas psicológicas. O artigo “Transtornos psiquiátricos em pacientes vítimas de queimaduras”¹², informa que mais da metade desses pacientes irá apresentar algum transtorno psicológico após o acidente. Também é possível destacar o fator estético, visto que as cicatrizes de queimaduras, muitas vezes extensas, podem afetar a autoestima do paciente.

No que diz respeito à estética, o artigo “Recursos estéticos aplicados ao tratamento das queimaduras: revisão da literatura”, publicado no *Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal* em 2014¹³, evidencia que é possível melhorar o resultado estético nesses pacientes quando o tratamento é iniciado precocemente.

Nesse sentido, o tratamento utilizando-se a laserterapia pode ser aplicado nos momentos iniciais do evento da queimadura, por sua ação anti-inflamatória e analgésica. A ação desse feixe de luz no corpo humano é a de aumentar a atividade local por penetrar no interior do tecido biológico, ocasionando a degranulação dos mastócitos, a paralisação dos esfíncteres pré-capilares com lasers na faixa do infravermelho, levando ao aumento da microcirculação local. Os citocromos presentes nas células irão absorver essa luz monocromática e por sua vez isso irá aumentar a atividade mitocondrial. Assim, toda essa cascata irá possibilitar o aumento da atividade celular, e por fim os efeitos esperados, como uma cicatrização mais rápida, poderão ser alcançados.

O estudo “Efeitos da laserterapia de baixa potência na cicatrização de feridas cutâneas”¹⁴, concluiu que a laserterapia de baixa potência aplicada em feridas cutâneas é capaz de promover efeitos anti-inflamatórios, neoangiogênese, proliferação epitelial e de fibroblastos, síntese e deposição de colágeno, revascularização e contração da ferida. A faixa de comprimento de onda entre 632,8 e 1000nm é a que apresenta resultados mais satisfatórios para a cicatrização. Abaixo está uma tabela retirada do mesmo estudo.

Tabela 1. Conjunto de estudos com uso da laserterapia

Autores	Tratamento	Resultados Obtidos
Busnardo, Simões, 2010 ¹⁵	HeNe com energia de 4J/cm ² aplicado 12 segundos por ponto da ferida no modo contínuo, 5mW, comprimento de onda de 632,8nm e área de raio do laser de 0,015cm ² .	Aumento de colágeno tipo III, diminuição do infiltrado inflamatório e resolução precoce da fase inflamatória das feridas.
Silva <i>et al.</i> , 2010 ¹⁶	Laser aplicado em 15 ratos Wistar divididos em três grupos: G1 (controle), G2 (2J/cm ²) e G3 (4 J/cm ²), com comprimento de 670nm e irradiados durante 10 dias consecutivos sobre lesão cutânea.	A dose de 4J/cm ² diferiu significativamente das demais quanto ao processo de reepitelização.
Frigo <i>et al.</i> , 2009 ¹⁷	Aplicação de laser uma vez ao dia, sobre células tumorais, durante três dias consecutivos, com os seguintes parâmetros: 632nm, 50mW, ponteira de 2mm ² , área de irradiação de 2,5 W/ cm ² e tempos de 60 e 420 segundos, para doses de 150J/cm ² (grupo 1, in vitro) e 1050J/cm ² (grupo 2, in vivo), respectivamente. O terceiro grupo foi não irradiado	Entre o grupo in vitro e o controle, não se observou diferença estatisticamente significante para o crescimento de células tumorais. Em relação ao grupo 2 e controle, houve crescimento significativo da massa e volume tumoral para o, bem como elevado número de vasos sanguíneos para o grupo in vivo.

	(grupo controle).	
Felice <i>et al.</i> , 2009 ¹⁸	Aplicação de laser AlGaInP (658 nm, 4J/cm ² , de forma pontual e em varredura sobre úlceras de decúbito e venosas em humanos.	Redução da área das feridas.
Maiya <i>et al.</i> , 2009 ¹⁹	Laser He-Ne sobre feridas cutâneas de ratos diabéticos, com comprimento de onda de 632,8nm e doses de 3-9J/cm ² , durante cinco dias/semana até a completa cicatrização.	Maior produção de tecido de granulação entre os animais que receberam doses entre 4-5J/cm ² , especialmente no quinto dia de tratamento.
Inoe <i>et al.</i> , 2008 ²⁰	Laser de HeNe utilizados em doses de 3 e 6J/cm ² , 45 W de potência e comprimento de onda de 632nm e grupo controle, para feridas cirúrgicas de coelhos hígidos. Os animais foram avaliados nos 7°, 14° e 21° dias.	No 14° dia observou-se presença de tecido de granulação maduro e no 21° dia ausência de hemorragia e exsudato.
Channual <i>et al.</i> , 2008 ²¹	Laser de baixa potência com comprimento de onda de 585 nm e dose de 7J/cm ² sobre feridas cutâneas em ratos.	Proliferação vascular permanente após o quinto dia de aplicação.
Pinto <i>et al.</i> , 2007 ²²	Primeira semana duas vezes com intervalo de 48h, nas semanas seguintes 1x/semana, de forma pontual e sem uso de medicação adicional.	A lesão respondeu com tecido de granulação, diminuição do processo inflamatório e analgesia desde a primeira aplicação.
Castano <i>et al.</i> , 2007 ²³	Artrite em ratos tratados durante cinco dias com 810nm, potências de 79 e 790mW, doses de 3 e 30J/cm ² e intensidades de 5 e 50mW/cm ²	Incremento de adenosina trifosfato (ATP), melhora do processo inflamatório.
Rocha Júnior <i>et al.</i> , 2006 ²⁴	12 animais foram divididos em dois grupos: experimental e controle. A ferida foi tratada durante sete dias com laser de AsGa, pulsátil, dose 3,8 J/cm ² , potencia de 15mW e tempo de 15 segundos	O reparo tecidual foi significativamente maior e mais organizado no grupo experimental.
Hopkins <i>et al.</i> , 2004 ²⁵	Induziram a ocorrência de lesão por abrasão em membro superior não dominante em dois grupos de pessoas saudáveis. Um grupo foi tratado com dose de 8J/cm ² ,	Os grupos tratados com laser de baixa potência apresentaram redução estatisticamente significativa da ferida quando comparados ao grupo controle

	comprimento de onda de 820nm e tempo de dois minutos. O outro grupo foi tratado sob os mesmos parâmetros e tempo de cinco segundos. E um terceiro grupo não foi tratado.	para o 6º, 8º e 10º dias de tratamento.
Envemeka, 2001 ²⁶	Utilizou laser HeNe (632,8nm, modo contínuo) e laser AsGa (904nm, modo contínuo) em lesões cutâneas de ratos.	Houve melhora da cicatrização para ambos os comprimentos de onda adotados, embora o último tenha apresentado resultados mais evidentes.
Landau, Schattner, 2001 ²⁷	Laser HeNe (632nm/ 5mW e 904 nm/60W; 4 J/cm ²) associado à oferta de oxigênio tópico hiperbárico, durante 20 minutos por sessão, aplicados sobre úlceras de pé diabético, ao longo de 14 semanas	Completa cicatrização das úlceras após 25 sessões e apenas 4% de recidiva da ulceração.
Al-watban, Andres, 2001 ²⁸	HeNe (632,8nm de comprimento de onda, dose de 5 J/cm ² e potência de 10,53 mW/cm ²), aplicados três vezes por semana em células in vivo até a completa cicatrização da ferida	Maior proliferação celular (fibroblastos e mitocôndrias), bem como da microcirculação, com consequente aumento do metabolismo celular.

Observando a tabela é possível concluir que nos diversos estudos, mesmo alguns trabalhando com animais, foi observado aceleração da cicatrização no sítio exposto à laserterapia. Outro estudo trabalhou com doenças pigmentares como o vitiligo, e concluiu que a laserterapia pode aumentar a pigmentação estimulando a proliferação de melanócitos e reduzir a despigmentação por inibir a autoimunidade²⁹.

4. METODOLOGIA

4.1 ESTRATÉGIA DE BUSCA

As buscas nas fontes de dados eletrônicas *MEDLINE/ PubMed, Embase e The Cochrane Library* foram realizadas por meio da combinação de descritores, incluindo termos do *Medical Subject Headings* (MeSH), dos Descritores em Ciências da Saúde (DECs) e contrações de descritores. A revisão sistemática buscará publicações na língua portuguesa e inglesa. Os termos usados para a busca estavam relacionados à população e a intervenção analisada ("burns"[MeSH Terms] OR "burns"[All Fields] OR "burn"[All Fields]) AND ("wound healing"[MeSH Terms] OR ("wound"[All Fields] AND "healing"[All Fields]) OR "wound healing"[All Fields] OR "healing"[All Fields]) AND ("laser therapy"[MeSH Terms] OR ("laser"[All Fields] AND "therapy"[All Fields]) OR "laser therapy"[All Fields]), pensados a partir das palavras-chaves presentes na estratégia PICO adaptada para revisão sistemática “queimados”, “cicatrização” e “laserterapia”. Será utilizado o protocolo PRISMA 2020 como guia para a revisão sistemática. Referências presentes nos artigos identificados pela estratégia de busca também serão procuradas de forma manual, a fim de se somarem ao trabalho e à revisão da literatura. Experts serão contatados, bem como os autores daqueles estudos ainda não publicados.

4.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Serão coletados artigos de ensaios clínicos randomizados, publicados nos últimos 20 anos. Esses artigos são referentes ao tratamento de laserterapia e sua ação na cicatrização de pacientes queimados. Não será considerado artigos com pacientes portadores de comorbidades, diabetes, hipertensão artéria sistêmica, insuficiência cardíaca, hemofilia e outras que atrapalhem no processo de cicatrização, além disso estudos em animais e relatos de caso não serão aceitos.

4.3 IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DOS ESTUDOS

Dois autores, independentes, fizeram separadamente a leitura dos títulos e resumos de cada trabalho pré-selecionado, a fim de identificar somente os estudos que preenchiam corretamente os critérios de inclusão. Prosseguiu-se com a leitura dos artigos, separadamente, por dois autores, a fim de assegurar os critérios da revisão sistemática. Quaisquer divergências entre os autores foram resolvidas por discussão e diálogo, na presença de um terceiro autor.

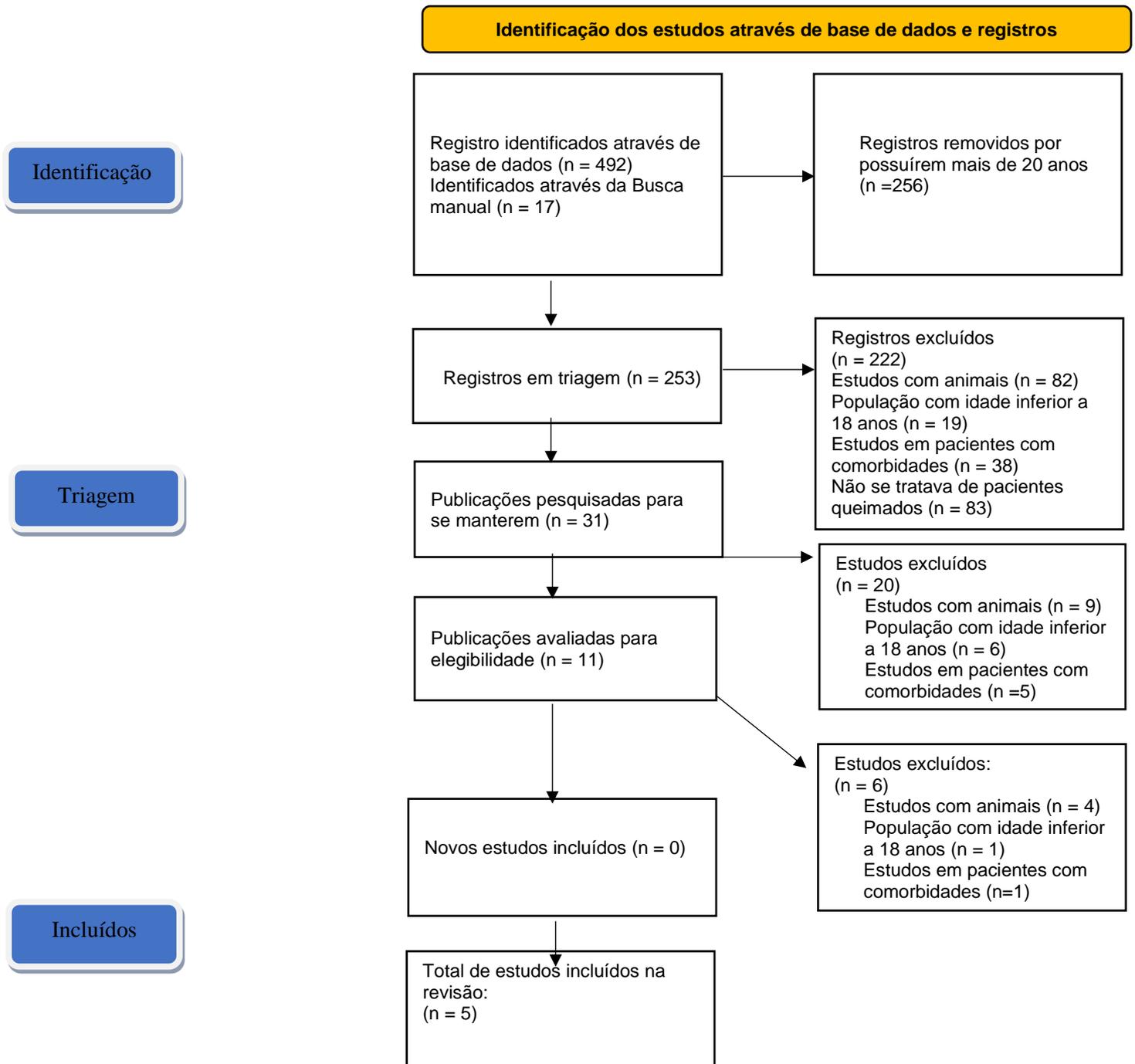
4.4 EXTRAÇÃO DE DADOS

Três autores coletaram os dados de acordo com os critérios pré-definidos. Um quarto autor, independente, revisou os dados extraídos. As características dos estudos extraídos incluíram: data de publicação, origem geográfica, título, definição do estudo, duração da intervenção, tipo de intervenção, supervisão, financiamento, entre outras. A qualidade de cada estudo foi avaliada pela Ferramenta Cochrane para Avaliar Risco de Viés, que contém os seguintes critérios: randomização adequada; alocação de Mazzaro e cols.; cegamento dos participantes, cegamento do avaliador dos resultados; integridade dos resultados, dados incompletos; relatórios seletivos dos resultados; e outras fontes de viés (por exemplo: efeito de pequenos estudos).

5. RESULTADOS

Do total de 492 trabalhos encontrados nas bases de dados eletrônicas, 256 não satisfizeram os critérios (tinham mais de 20 anos), obtendo-se 253 estudos. Desses 253, 222 artigos não estavam adequados aos critérios (estudos com animais n = 82, população com idade inferior a 18 anos n = 19, estudos em pacientes com comorbidades n = 38 e não se tratava de pacientes queimados n = 83), restando 31, os resumos deles foram lidos e 20 estudos não satisfizeram os critérios (estudos com animais n = 9, população com idade inferior a 18 anos n = 6, estudos em pacientes com comorbidades n = 5). Por fim 11 artigos foram lidos completamente, desses, 6 não satisfizeram os critérios para serem introduzidos no presente trabalho, 4 trabalhavam com animais em algum momento do estudo, 1 abrangia pacientes com menos de 18 anos e 1 contava com pacientes com comorbidades. Realizou-se a busca manual, encontrando 17 artigos, nenhum elegível para a presente revisão sistemática. Permaneceram cinco estudos que atendiam as condições para inclusão no presente estudo.

Figura 1: Fluxo de seleção dos estudos



5.1 ESTUDOS

Oliveira *et al.*³⁰ foi realizado um estudo analítico com corte transversal, através de uma série de casos, duplo-cegos. Nesse estudo vários pacientes (n = 5) com queimaduras em membros superiores e inferiores, as quais uma parte recebeu o tratamento com laser por 8 - 21 dias, e a outra serviu como controle. Weiss *et al.*³¹, que é um estudo analítico com corte transversal, um grupo de nove pacientes (n = 9) com queimaduras principalmente em face e dorso foram tratados por uma semana. Em Gaida *et al.*³², 19 pacientes com cicatrizes em fase de remodelamento provenientes por queimaduras, localizadas em mãos e pés, receberam o tratamento por 8 semanas. O estudo de Kazemikhoo *et al.*³³, um ensaio clínico randomizado, contou com 9 pacientes queimados em mãos e pés, que foram tratados por sete dias. Vaghardoost *et al.*³⁴, um ensaio clínico randomizado, tratou com o laser terapêutico durante sete dias, a área doadora de autoenxertia em 11 pacientes queimados.

Em Oliveira *et al.*³⁰ as características das queimaduras de cada paciente foram bem descritas, o primeiro paciente era um homem de 37 anos com queimaduras por chamas de segundo e terceiro grau profundas em 50% do corpo, em pernas e tronco principalmente, a segunda foi uma mulher de 37 anos com queimaduras por chamas de segundo grau superficiais em 32,5% do corpo, em pernas e tronco. O terceiro era um homem de 59 anos com queimaduras por escaldos de segundo grau profundo, com 11,5% de SCQ, em membros superiores. A quarta era uma mulher de 40 anos com queimaduras por chamas superficiais de segundo grau em membro superior direito e profundas de segundo grau em membro inferior direito, sendo a SCQ de 40%. O quinto paciente era um homem de 30 anos com queimaduras por chamas de segundo grau superficial membro superior direito, com 7% de área corporal queimada. No tratamento foi utilizado LED de baixa intensidade na região vermelha do espectro de luz ($\lambda 658$ nm), sua dosagem foi de 11.4 J/cm², com sessões diárias e duração entre 8 e 21 dias a depender do paciente. O primeiro fez por 8 dias, após a primeira sessão o paciente relatou redução da dor e do prurido no membro irradiado e nenhuma alteração no lado de controle. Na segunda o membro irradiado apresentou menor quantidade de exsudato melhor aparência da ferida, quando comparado membro não irradiado, que apresentou maior quantidade de exsudato e algumas áreas de necrose. O segundo fez por 4 dias, na primeira sessão a ferida irradiada se apresentou mais limpa e seca quando comparada à não irradiada, o paciente desistiu de prosseguir com o tratamento após a segunda sessão pois alegou desconforto e que o procedimento era muito longo. O terceiro permaneceu por 12 dias, não foi notado grande diferença entre o membro tratado e não tratado, após a sexta sessão o paciente relatou menos dor e prurido no membro irradiado e foi constatado menos quantidade de exsudato.

O quarto fez o tratamento por 21 dias, o paciente relatou redução de sintomas como dor e prurido no lado irradiado, a ferida apresentou um aspecto melhor com início da reepitelização precoce quando comparado ao lado não tratado com o laser. A biópsia do no lado irradiado mostrou intensa atividade de queratinócitos, reepitelização e proliferação de fibroblastos com formação de colágeno, já no lado não irradiado foi notado maior presença de material necrótico, intenso infiltrado de células inflamatórias e edema intersticial. O quinto permaneceu por 11 dias, a paciente relatou quitação da dor e prurido na terceira sessão e na quinta a ferida irradiada já estava completamente epitelizada.

No estudo de Weiss *et al.*³¹, a idade dos pacientes não foi referida, apenas a de um paciente do sexo masculino de 40 anos, os 19 estudados apresentavam queimaduras solares de segundo grau superficiais e profundas, ocorrendo principalmente em face e dorso (a SCQ não foi relatada). Gaida *et al.*³², 19 pacientes, sendo 14 homens e 5 mulheres com idades entre 18 e 77 anos, possuíam cicatrizes por queimadura em fase de remodelamento, que eram localizadas principalmente em face, tronco e extremidades, e com SCQ não informada pelo estudo. Kazemikhoo *et al.*³³, 9 pacientes (não houve distinção de sexo) que tinham entre 30 e 53 anos, e possuíam queimaduras bilaterais de espessura total em ambas as mãos ou ambos os pés e SCQ que variou entre 10-55%. Vaghardoost *et al.*³⁴, 11 pacientes, oito homens e três mulheres. Apresentavam queimaduras de terceiro grau com SCQ média entre eles maior que 23,73%.

Weiss *et al.*³¹, o tratamento contou com um laser de luz amarela *Gentlewaves* 590 nm, Unidade de fotomodulação LED de densidade 1J/cm². Gaia *et al.*³², o tratamento foi utilizado um laser vermelho *Softlaser* de 400 mW e 670 nm e com densidade de energia aplicada de 4 J/cm² e o feixe de laser foi ajustado para corresponder ao tamanho da lesão, o tempo de irradiação e distância entre laser e ferida dependeu da lesão. Kazemikhoo *et al.*³³, o tratamento contou com uma Sonda laser portátil (PLP), laser vermelho de 650 nm, 150 mW, área de radiação de 0,25 cm², densidade de potência 0,6 W/cm², por contato e de modo contínuo, e a densidade de 2 J/cm² foi usada para irradiação das úlceras. Vaghardoost *et al.*³⁴, foi utilizada no tratamento uma Sonda Laser Portátil (PLP), 650 nm, 150 mW, área de radiação 0,25 cm², densidade de potência 0,6 W/cm², contato, contínuo modo, 2 J/cm², (Centro de Laser Óptico Canadense, laser COL, Canadá)

Weiss *et al.*³¹, foi pesquisada a possibilidade de rejuvenescimento da pele em paciente com histórico de longa exposição solar, apresentando dois estudos paralelos em grupos distintos. No primeiro grupo, dez pacientes receberam duas sessões por dia durante três dias, a queimadura foi dividida em duas partes iguais, ambas receberam o tratamento padrão para queimaduras e uma delas teve a laserterapia como tratamento adicional. Após o tratamento os pacientes relataram

diminuição dos sintomas de queimação e foi notado menos vermelhidão, inchaço e descamação na área tratada com o laser quando comparada à não tratada. No segundo grupo nove pacientes receberam o mesmo tipo de laser, porém toda a área queimada foi irradiada durante uma semana uma vez por dia. Passado o tempo, os médicos relataram que o processo de cicatrização ocorreu 2 vezes mais rápido do que o esperado, entretanto essa informação não foi sustentada por um grupo controle ou outra fonte de comparação de dados. Biópsias de pele com coloração de imunofluorescência mostraram diminuição de MMP-1 no lado tratado com LED em comparação com o lado não tratado. Não foram relatados efeitos colaterais da laserterapia no estudo. Gaida *et al.*³², dezenove pacientes receberam o tratamento, no total 19 cicatrizes foram escolhidas para receber o laser, cada paciente teve uma cicatriz escolhida para o tratamento e outra semelhante para servir de controle (não foi irradiada) e comparar os resultados ao fim do tratamento. O tratamento durou 8 semanas contando com 2 sessões semanais, respeitando o intervalo mínimo de 3 dias entre elas. As cicatrizes dos pacientes tinham entre 1 e 194 meses, mais especificamente eram 5 pacientes com cicatrizes de 1 mês, 4 com 2 meses, um com 3 meses, um com 5 meses, 3 com 8 meses e os últimos 5 pacientes com 20, 21, 36, 45 e 194 meses. Nenhum paciente havia recebido tratamento com corticoide, dermoabrasão, compressão com silicone ou excisão antes da laserterapia e nove das lesões foram inicialmente tratadas com enxertos. A parte de documentação clínica foi obtida por exame macroscópico, que seguiu os parâmetros da *Vancouver Scar Scale* (VSS) que considera altura, flexibilidade, pigmentação e vascularização. Já para objetificar o prurido e a dor, os pacientes foram solicitados a avaliar ambos os sintomas usando o *Visual Analogue Scale* (VAS). Para comparar as lesões no início e fim o tratamento, fotografias digitais foram feitas das lesões usando a mesma câmera, configurações idênticas e iluminação. Após o tratamento dezessete das 19 lesões apresentaram melhora macroscópica pelos parâmetros da *Vancouver Scar Scale* e duas lesões não melhoraram. Nenhuma das lesões pioraram ou apresentaram efeitos colaterais, além disso, foi notado que cicatrizes com menos de 12 meses apresentaram melhores resultados, quando comparadas às com mais de 12 meses. Todos os pacientes, exceto um, afirmaram diminuição dos sintomas (dor e prurido) após as sessões de laserterapia, mais especificamente 3 pacientes cessaram completamente os sintomas de dor e prurido, 3 relataram cessação completa do prurido e um da dor. Kazemikhoo *et al.*³³, teve o tratamento que durou 7 dias com sessões diárias, todos os pacientes receberam na área queimada autoenxertia e excisão de tecido queimado, que foi feita dentro de 3-4 dias após a admissão. Foi utilizado um dermatômetro elétrico (*Humac Instruments*, Polônia) foi fixado em 0,4 mm. Cada paciente teve um lado (uma mão ou um pé) escolhido para ser irradiado (Grupo A) e outro que serviria como controle (Grupo B). Para comparar as lesões no início e fim o tratamento, fotografias

foram tiradas usando a câmera de um *iPhone 5S*. Após excisão da pele queimada, ambas áreas receberam o mesmo tratamento e mesmos curativos (gaze de vaselina) e apenas o lado A recebeu o laser. A fotografia foi feita nos dias 1, 3 e 7 do tratamento, a situação para todas as fotografias era a mesma e uma régua dentro da fotografia foi usada para calibração, e o *software PictZar* foi utilizado para avaliar a superfície da ferida. Ao fim do tratamento a área irradiada apresentou redução da área queimada maior quando comparada à de controle, quatro pacientes regrediram a área queimada que foi irradiada a zero, ou seja, após 7 dias a lesão estava cicatrizada. É importante destacar que esses quatro possuíam SCQ de 10%, 11%, 12%, 50% e idade de 53, 50, 50 e 35 anos respectivamente, porém o com SCQ de 11%, também teve a sua área de controle zerada. Além disso, a ferida irradiada apresentou redução significativa da taxa de deiscência da área enxertada. Não foram relatados efeitos colaterais da laserterapia no estudo. Vaghardoost *et al.*³⁴, nesse estudo, diferente dos anteriores o local irradiado foi a área doadora de enxerto próprio. O enxerto de espessura parcial foi colhido por um dermatômetro elétrico (*Humaca Instruments*, Polônia) foi fixado em 0,4 mm. Após enxertar a área queimada, 18 áreas doadoras foram selecionadas aleatoriamente e divididas em dois grupos, o que receberia o laser terapêutico (A) e o que serviria como controle (B). O paciente e a pessoa que analisou os resultados foram cegos. Foi utilizado para retirar as fotos uma câmera *Canon G 16*. Todas as fotografias foram retiradas sob as mesmas medidas e uma régua, dentro das fotografias, foi usada para calibração. A área de superfície da ferida foi avaliada por registros fotográficos médicos e software de imagem. O laser foi irradiado sem contato e sobreposição, foi utilizado uma cobertura transparente e estéril para evitar contaminação, no momento da irradiação do grupo (A), a área de controle estava com gaze extra no curativo para evitar absorção do laser. O tratamento durou uma semana e as sessões foram realizadas nos dias 0, 3, 5 e 7. O dia 0 foi quando ocorreu a cirurgia de retirada da área doadora, no momento da terapia do grupo (A), todos os curativos foram retirados em uma situação estéril, ao final de cada sessão fotografias eram retiradas e foram analisadas usando o *software image J*. Ambos os grupos foram cobertos com *Mepitel Film* e gaze de parafina após cada sessão de laserterapia. Os dados dos dias 0, 3 e 7 foram analisados. O teste ANOVA de medidas repetidas foi usado na comparação do grupo irradiado com o controle quanto à cicatrização da área doadora. A análise estatística foi realizada pelo IBM-SPSS Versão 21. A área doadora reduziu sua área em ambos os grupos no dia 7 ($P < 0,01$), entretanto no grupo irradiado essa redução foi mais expressiva ($P = 0,01$). Além disso, a ferida irradiada apresentou redução significativa da taxa de deiscência da área enxertada. Não foram relatados efeitos colaterais da laserterapia no estudo.

5.2 TABELAS

Na Tabela 1 se encontram as características gerais da amostra, no estudo de Oliveira *et al.*³⁰ teve a distinção de sexo entre os pacientes estudados (n = 5), sendo 3 homens e 2 mulheres. Nesse estudo, os pacientes tinham entre 30 e 59 anos. Ele foi conduzido na Universidade do Estado de Piauí no Brasil no ano de 2017. O estudo de Weiss *et al.*³¹ foi realizado no Instituto *Maryland Dermatology, Laser, Skin & Vein* nos Estados Unidos da América, em 2005, e contou com 19 pacientes sem distinção de sexo. Gaida *et al.*³², realizaram um estudo na Universidade de Viena na Áustria em 2004 com 19 pacientes, sendo 14 homens e 5 mulheres com idades entre 18 e 77 anos. Em Kazemikhoo *et al.*³³, 9 pacientes foram estudados no *Motahari Burn Center*, que é um hospital especializado em queimados no Irã, eles tinham entre 30 e 53 anos, nesse estudo não houve distinção de sexo entre os pacientes. Vaghardoost *et al.*³⁴, foi realizado no *Motahari Burn Center* no Irã em 2018, o trabalho contou com onze pacientes, oito homens e três mulheres, com média de idade de 31 anos.

Tabela 2. Características gerais dos estudos selecionados.

Autores	País	Ano	Tamanho da amostra (N)	Sexo M	Sexo F
Oliveira <i>et al</i>	Brasil	2017	5	3	2
Weiss <i>et al</i>	EUA	2005	19	-	-
Gaida <i>et al</i>	Áustria	2004	19	14	5
Kazemikhoo <i>et al</i>	Irã	2018	9	-	-
Vaghardoost <i>et al</i>	Irã	2018	11	8	3

A Tabela 2 contém informações particulares de cada estudo, em Oliveira *et al.*³⁰ os pacientes apresentaram queimaduras de segundo grau superficiais e profundas com Superfície Corporal Queimada (SCQ) variando entre 7-50%, quatro dos pacientes tiveram queimaduras por chamas e um devido a líquidos quentes, o local das queimaduras não foi especificado. O laser utilizado para o tratamento apresentou a densidade de 11,4 J/cm² e comprimento de onda 600 - 700 nm, com sessões diárias e duração entre 8 e 21 dias a depender do paciente, observando-se aceleração da cicatrização em todos.

No estudo de Weiss *et al.*³¹ os 19 pacientes apresentavam queimaduras solares agudas de segundo grau superficiais ou profundas com SQC não informada e locais de queimaduras diferentes a depender do paciente (ocorrendo principalmente em face e dorso). O tratamento contou com um laser de densidade 1J/cm² e comprimento de onda 590nm. Em um grupo (n=10), foram dadas uma ou duas sessões ao dia durante 3 dias, nesse grupo cada paciente teve 50% na área total queimada tratada com a laserterapia (além do tratamento padrão de pacientes queimados) e a outra metade seguiu apenas com o tratamento padrão. No final do tratamento observou-se na área tratada com o laser a diminuição dos sintomas de queimação, vermelhidão, inchaço e descamação, quando comparada à área de controle. O outro grupo (n=9) recebeu o mesmo padrão de laser, entretanto toda a área queimada recebeu a laserterapia, uma vez ao dia por uma semana. Após os sete dias os médicos relataram que a cicatrização ocorreu duas vezes mais rápida, entretanto essa informação não foi sustentada por um grupo controle ou outra fonte de comparação de dados.

Em Gaida *et al.*³², 19 pacientes com cicatrizes por queimadura em fase de remodelamento (SCQ e área da queimadura não informadas), receberam tratamento com laser de densidade 4 J/cm², comprimento de onda 670 nm e 400 mW, durante 8 semanas com 2 sessões na semana respeitando o intervalo de 3 dias entre elas. No início do tratamento foi tirado fotos de todas as cicatrizes e foi perguntado aos pacientes se as feridas doíam ou coçavam. No final dezessete das 19 lesões apresentaram melhora macroscópica após o tratamento e todos os pacientes exceto um apresentaram melhora de sintomas, dentre eles, três pacientes foram curados completamente da dor e prurido, três relataram cessação completa de prurido, e um relatou cessação da dor.

No estudo de Kazemikhoo *et al.*³³, 9 pacientes com queimaduras de terceiro grau localizadas bilateralmente em mãos e pés, a SCQ variou entre 10-55%. O laser utilizado tinha a densidade de 2 J/cm², comprimento de onda 655 nm e potência de 150 mW, e foi aplicado em uma área queimada pós enxertia que foi escolhida previamente, enquanto outra área do mesmo paciente serviu como controle (recebendo o tratamento padrão). Ambas as áreas foram fotografadas no início e fim do tratamento para que fossem comparadas, o tratamento obedeceu ao regime de uma

sessão diária durante sete dias. Após isso, o grupo tratado apresentou redução significativa da taxa de deiscência da área enxertada além de um processo cicatricial geral melhor.

Em Vaghardoost *et al.*³⁴, onze pacientes com queimaduras de terceiro grau sem localização determinada e com SCQ maior que 23,73%. Foi utilizado a Sonda Laser Portátil (PLP) com densidade de 2 J/cm² e comprimento de onda 655 nm e 150 mW e potência. Um total de 18 locais doadores em 11 pacientes foram separados aleatoriamente em um grupo controle e outro que recebeu a laserterapia, durante sete dias com uma sessão a cada dois dias. No final de sete dias, ambas áreas apresentaram redução do sítio doador, porém menor no grupo controle, podendo concluir que a laserterapia acelerou a cicatrização.

Tabela 3. Contém características da queimadura e laser, tempo médio de tratamento e resultados.

Autores	N	Queimadura	Segundo grau	Terceiro grau	Laser utilizado no tratamento da queimadura	Tempo de tratamento (média)	Número de sessões	Acelerou a cicatrização
Oliveira <i>et al</i>	5	SCQ entre 7-50%	Sim	Não	Densidade 11,4 J/cm ² Comprimento de onda 600 - 700 nm	12 dias	1 vez por dia	Sim
Weiss <i>et al</i>	19	SCQ não informada, localizada em diferentes partes do corpo a depender do paciente (face, dorso principalmente)	Sim	Não	Densidade 1J/cm ² e Comprimento de onda 590nm	3 dias 7 dias	1 ou 2 vezes por dia 1 vez por dia	Sim
Gaida <i>et al</i>	19	Cicatriz em fase de remodelamento	Sim	Sim	Densidade 4 J/cm ² , comprimento de 670 nm e 400 mW	8 semanas	2 vezes por semana a cada 3 dias	Sim
Kazemikhoo <i>et al</i>	9	Localizada em mãos e pés e SCQ média de 34,7 %	Não	Sim	Densidade de 2 J/cm ² , comprimento de 655 nm e 150 mW	7 dias	1 vez por dia	Sim
Vaghardoost <i>et al</i>	11	Local não informado e SCQ maior que 23,73%	Não	Sim	Densidade de 2 J/cm ² Comprimento de onda 655 nm e 150 mW	7 dias	1 vez a cada 2 dias	Sim

A figura 2 avalia a qualidade dos estudos com base nos itens essenciais da iniciativa *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE), segundo esses parâmetros o estudo mais bem avaliado foi o de Oliveira *et al.*³⁰, com 19 itens integralmente atendidos e 3 parcialmente atendidos.

Figura 2. Avaliação da qualidade dos estudos selecionados, com base nos itens essenciais da iniciativa *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE).

Tópico	Item	Oliveira <i>et al</i>	Weiss <i>et al</i>	Gaida <i>et al</i>	Kazemikhoo <i>et al</i>	Vaghardoost <i>et al</i>
Título e resumo	1	●	●	○	●	●
INTRODUÇÃO						
Contexto/Justificativa	2	●	●	●	●	●
Objetivos	3	●	●	●	●	●
MÉTODOS						
Desenho do estudo	4	●	●	○	●	●
Contexto (setting)	5	●	●	●	●	●
Participantes	6	●	●	●	●	●
Variáveis	7	●	●	●	●	●
Fontes de dados/mensuração	8	●	○	●	●	●
Viés	9	●	○	○	●	●
Tamanho do estudo	10	●	●	●	●	●
Variáveis quantitativas	11	●	●	●	●	●
Métodos estatísticos	12	●	●	●	●	●
RESULTADOS						
Participantes	13	●	●	●	●	●
Dados descritivos	14	●	○	●	●	●
Desfecho	15	●	●	●	●	●
Resultados principais	16	●	●	●	●	●
Outras análises	17	●	●	●	●	●
DISCUSSÃO						
Resultados principais	18	●	●	●	●	●
Limitações	19	●	○	●	○	●
Interpretação	20	●	●	●	●	●
Generalização	21	●	●	○	○	●
Outras informações						
Financiamento	22	●	●	●	●	●

- Item integralmente atendido pelo artigo
- Item parcialmente atendido pelo artigo
- Não ficou claro o cumprimento do item pelo artigo

6. DISCUSSÃO

Na presente revisão sistemática, foi analisado a associação da laserterapia de baixa intensidade no processo de cicatrização tecidual de pacientes queimados. Ao total 5 estudos foram adicionados e obteve-se a amostra de 63 pacientes queimados que receberam o tratamento laserterápico, observando-se a prevalência de pacientes que se beneficiaram com o uso do laser, quando comparados aos grupos de controle. Foram selecionados artigos do tipo ensaio clínico randomizado, publicados nos últimos 20 anos. Foram excluídos pacientes portadores de comorbidades como diabetes, hipertensão artéria sistêmica, insuficiência cardíaca, hemofilia e outras que atrapalhem no processo de cicatrização.

Nos estudos de Oliveira *et al.*³⁰ e Kazemikhoo *et al.*³³ os pacientes possuíam queimaduras em membros superiores e inferiores. No primeiro, todos os pacientes apresentaram melhora da cicatrização no local irradiado (na análise histopatológica apresentou maior epitelização, com proliferação de queratinócitos e fibroblastos, aumentando a síntese de colágeno) além disso apresentaram melhora dos sintomas associados (dor e coceira). Na pesquisa de Kazemikhoo *et al.*³³ Ao fim da terapia o grupo irradiado apresentou redução da área queimada maior quando comparada ao grupo controle, quatro pacientes regrediram a área queimada que foi irradiada a zero, ou seja, após 7 dias a lesão estava cicatrizada. Carvalho *et al.*³⁵, de 2015, estudaram 32 pacientes de ambos os sexos, com idade entre 40-70 anos e diabéticos tipo II (DM II) com úlcera em membro inferior, que estivessem em acompanhamento no ambulatório de pé diabético.

Três estudos^{31, 33, 34} tiveram 7 dias de tratamento com o laser terapêutico. Weiss *et al.*³¹ estudaram um grupo de nove pacientes (n = 9) com queimaduras principalmente em face e dorso, relataram após o tratamento diminuição dos sintomas de queimação e foi notado menos vermelhidão, edema e descamação na área tratada com o laser quando comparada à não tratada. Vaghardoost *et al.*³⁴, diferente de todos os estudos adicionados na presente revisão, o local irradiado dos pacientes queimados (n = 11) com o laser terapêutico não foi a área queimada e sim o local doador do enxerto. Após o tratamento o local doador reduziu sua área em ambos os grupos no dia 7 (P < 0,01), entretanto, no grupo irradiado essa redução foi mais expressiva (P = 0,01). A enxertia de áreas queimadas é uma etapa comum na terapêutica desses pacientes, esse estudo buscou analisar se o tratamento com laser poderia ser introduzido concomitante ao processo de enxertia. Dado aos resultados, é possível afirmar que irradiar a área queimada com enxerto trouxe resultados favoráveis para os pacientes, acelerando o processo de cicatrização tecidual. Na pesquisa de Gaida *et al.*³², pacientes com cicatrizes provenientes de queimaduras foram irradiados. Após o tratamento 17 das 19 lesões apresentaram melhora macroscópica pelos parâmetros da *Vancouver*

Scar Scale e duas lesões não melhoraram. Todos os pacientes, exceto um, afirmaram diminuição dos sintomas (dor e prurido) após as sessões de laserterapia, mais especificamente 3 pacientes cessaram completamente os sintomas de dor e prurido, 3 relataram cessação completa do prurido e um da dor. Alsharnoubi *et al*³⁷, analisaram a eficácia da laserterapia de baixa potência no tecido cicatricial hipertrófico pós-queimadura (assim como no estudo de Gaida *et al.*³²) em crianças. Ao fim do tratamento foi observado melhora significativa na área estudada comparada à área de controle com P de (P = 0,003) para o score *Vancouver Scar Scale*, mais uma vez comprovando a eficácia da laserterapia. A revisão sistemática de Nascimento *et al.*³⁶, investigou o uso do laser na cicatrização de úlceras venosas, esse trabalho incluiu 9 pesquisas, as doses de energia variaram entre 3-9 Joules e o comprimento de onda entre 600-980 nm. Os resultados obtidos dessa análise reforçaram o efeito positivo da laserterapia sobre a cicatrização, 70% dos estudos relataram que houve estimulação do processo cicatricial, 15% diminuição de dor e 15% diminuição da ferida. Os estudos adicionados nessa presente revisão sistemática apresentaram diversas metodologias de estudo. Oliveira *et al.*³⁰ dividiram cinco queimados em 2 grupos, parte recebeu o tratamento com laser por 8 - 21 dias, e a outra serviu como controle. Kazemikhoo *et al.*³³ irradiaram nove pacientes igualmente por sete dias com sessões diárias e receberam na área queimada autoenxertia e excisão de tecido queimado. Cada paciente teve um lado (uma mão ou um pé) escolhido para ser irradiado e outro que serviria como controle. Vaghardoost *et al.*³⁴, selecionaram aleatoriamente 18 áreas doadoras que foram divididas em dois grupos, o que receberia o laser terapêutico (por sete dias com sessões diárias) e o que serviria como controle. Na pesquisa de Gaida *et al.*³², diferente dos outros trabalhos adicionados na revisão sistemática, nessa as queimaduras dos pacientes já haviam cicatrizado, mas ainda apresentavam sintomatologia. Os 19 pacientes receberam tratamento por 8 semanas. Nessa pesquisa cada paciente teve uma cicatriz irradiada e outra não (serviu como controle). Carvalho *et al.*³⁵, em 2015, estudaram 32 pacientes de ambos os sexos, com idade entre 40-70 anos e diabéticos tipo II (DM II) portadores de úlcera em membro inferior. Os participantes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos: 1. Controle (C) 2. Laserterapia de baixa intensidade (LLLT) 3. Ácidos graxos essenciais (EFA) e 4. LLLT associado a EFA (LEFA). Os pacientes receberam a laserterapia de baixa intensidade 3 vezes por semana durante 30 dias, as características do laser foram: 658 nm, potência de 30 mW, tempo de aplicação de 80s (4 J/cm²), onda contínua. Esse estudo reafirma os achados dos artigos incluídos na presente revisão sistemática, a laserterapia sozinha produziu efeito significativo de analgesia e acelerou o processo de cicatrização tecidual nesses pacientes, que devido à natureza da DM II tem o processo de reparo celular prejudicado. Alsharnoubi *et al*³⁷, analisaram a eficácia da laserterapia de baixa potência no tecido cicatricial hipertrófico pós-queimadura em 15 crianças com idade entre 2 e 10 anos, de

ambos os sexos. Cada cicatriz foi dividida em duas metades, metade foi tratada com laserterapia e tratamento tópico (área de estudo), e a outra metade foi tratada apenas com tratamento tópico (área controle). Os pacientes foram irradiados 2 a cada 7 dias durante 12 semanas.

Dentre os estudos adicionados na presente revisão sistemática, o de Oliveira *et al.*³⁰ foi o único a relatar efeitos adversos. Um dos cinco pacientes estudados relatou desconforto durante o procedimento e demora do mesmo.

Nessa revisão sistemática foram observadas as seguintes limitações: principalmente devido ao volume de estudos, amostra semelhantes de pacientes e às características distintas dos lasers utilizados. O primeiro se deve à pouca quantidade de estudos elegíveis para a presente revisão sistemática devido aos fatores de exclusão, por exemplo, estudo em animais. O segundo ocorre devido à dificuldade de obter uma amostra de pacientes com idade, fenótipo - genótipo semelhantes e com queimaduras do mesmo grau, decorrente da mesma causa e em locais semelhantes. Entretanto, mesmo com as diferenças citadas anteriormente e nos distintos lasers utilizados, os estudos adicionados nessa revisão sistemática expõe resultados favoráveis da laserterapia de baixa intensidade em diversos locais do corpo humano, reforçando a hipótese de que o laser terapêutico acelera a cicatrização tecidual além de promover efeito analgésico, que melhoram a qualidade de vida dos pacientes.

7. CONCLUSÃO

Essa revisão sistemática demonstrou que a aplicação do laser de baixa intensidade em queimaduras acelerou o processo de cicatrização tecidual.

Os estudos trouxeram diferentes amostras de pacientes e de tipos de laser, mesmo assim foi observada aceleração da cicatrização, diminuição de sintomas associados (prurido e dor principalmente) e melhora das características da lesão nos pacientes irradiados.

Desta forma, deve ser considerada a introdução do laser de baixa intensidade, juntamente com os tratamentos já existentes, na terapêutica de pacientes queimados para obter melhores resultados.

8. REFERÊNCIAS

- 1- Bruno de F. Cruz¹; Pedro B. L. Cordovill¹; Keila de N. M. Batista² (2012). Perfil epidemiológico de pacientes que sofreram queimaduras no Brasil: revisão de literatura.
- 2- Felipe Ladeira de Oliveira¹; Maria Cristina do Valle Freitas Serra² (2011). Infecções em queimaduras: revisão.
- 3- Alessandra G. de Andrade¹; Cláudia F. de Lima²; Ana Karlla B. de Albuquerque (2010). Efeitos do laser terapêutico no processo de cicatrização das queimaduras: uma revisão bibliográfica.
- 4- Mester A, Mester A. *The History of Photobiomodulation: Endre Mester (1903-1984)*. *Photomed Laser Surg*. 2017 Aug;35(8):393-394. doi: 10.1089/pho.2017.4332. PMID: 28783466.
- 5- Uso do álcool aumenta acidentes com queimaduras na pandemia. Faculdade de Medicina UFMG, 2021. Disponível em: <https://www.medicina.ufmg.br/uso-do-alcool-aumenta-acidentes-com-queimaduras-na-pandemia/>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- 6- Vale, Everton Carlos Siviero do Primeiro atendimento em queimaduras: a abordagem do dermatologista. *Anais Brasileiros de Dermatologia* [online]. 2005, v. 80, n. 1 [Acessado 13 Junho 2022], pp. 9-19. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0365-05962005000100003>>. Epub 25 Nov 2005. ISSN 1806-4841. <https://doi.org/10.1590/S0365-05962005000100003>.
- 7- Mais de 1 milhão de pessoas por ano sofrem queimaduras. Metrôpoles, 2021. Disponível em: <https://www.metropoles.com/dino/mais-de-1-milhao-de-pessoas-por-ano-sofrem-queimaduras>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- 8- Pereira¹, M. C., Dutra², F. C., & Heim Lonien³, S. C. (n.d.). *O PACIENTE QUEIMADO E A CICATRIZAÇÃO: UMA REVISÃO LITERÁRIA*.
- 9- CARTILHA PARA TRATAMENTO DE EMERGÊNCIA DAS QUEIMADURAS. Ministério da Saúde, 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- 10- SALES, Janyele. Qual o tempo de cicatrização de queimadura?. *Médico Responde*, 2015. Disponível em: <https://medicoresponde.com.br/qual-o-tempo-de-cicatrizacao-de-queimadura/>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- 11- CAMPOS, Humberto. *Cirurgia Plástica para Estudantes de Medicina*, 2020
- 12- Galery Medeiros, L., Maria Martins de Almeida, R., & Montagner Rigoli Christian Haag Kristensen, M. (n.d.). *Transtornos psiquiátricos em pacientes vítimas de queimaduras*.
- 13- Recursos estéticos aplicados ao tratamento das queimaduras: revisão da literatura. *Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal*, 2014. Disponível em: <https://mtprehabjournal.com/revista>. Acesso em 13 jun 2022.

- 14- Andrade, F. do S. da S. D., Clark, R. M. de O., & Ferreira, M. L. (2014). Efeitos da laserterapia de baixa potência na cicatrização de feridas cutâneas. *In Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões* (Vol. 41, Issue 2, pp. 129–133). Colégio Brasileiro de Cirurgiões.
- 15- Busnardo VL, Biondo-Simões MLP. Os efeitos do laser hélio-neônio de baixa intensidade na cicatrização de lesões cutâneas induzidas em ratos. *Rev bras fisioter.* 2010;14(1):45-51.
- 16- Silva TS, Mendes F, Alves AMP, Alves EPB, Bertolini GRF. Estudo microscópio da lesão tecidual em pele de ratos Wistar tratados com laser de baixa potência. *Rev Bras Bioci.* 2010;8(3);264-7.
- 17- Frigo L, Luppi JSS, Favero GM, Maria DA, Penna SC, Bjordal JM, *et al.* *The effect of low-level laser irradiation (In-Ga-Al-AsP – 660 nm) on melanoma in vitro and in vivo.* *BMC Cancer.* 2009;9:404- 11.
- 18- Felice TD, Pinheiro AR, Menchik EDS, Silva ACD, Souza LS, Caires CSA, *et al.* Utilização do laser de baixa potência na cicatrização de feridas. *Interbio.* 2009;3(2);42-52.
- 19- Maiya AG, Kumar P, Nayak S. *Photo-stimulatory effect of low energy helium-neon laser irradiation on excisional diabetic wound healing dynamics in wistar rats.* *Indian J Dermatol.* 2009;54(4):323-9.
- 20- Inoe AP, Zafanelli CCG, Rossato RM, Leme MC, Sanches AWD, Araújo CV, *et al.* Avaliação morfológica do efeito do laser de baixa potência He-Ne em feridas cutâneas de coelhos. *Arq ciênc vet zool Unipar.* 2008;11(1):27-30.
- 21- Channual J, Choi B, Osann K, Pattanachinda D, Lotfi J, Kelly KM. *Vascular effects of photodynamic and pulsed dye laser therapy protocols.* *Lasers Surg Med.* 2008;40(9);644-50.
- 22- Pinto NC, Pereira, HC, Stolf NAG, Chavantes MC. Laser de baixa intensidade em deiscência aguda safenectomia: proposta terapêutica. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2009;24(1);88-91.
- 23- Castano AP, Dai T, Yaroslavsky I, Cohen R, Apruzzese WA, Smotrich MH, *et al.* *Low-level laser therapy for zymosan-induced arthritis in rats: importance of illumination time.* *Lasers Surg Med.* 2007;39(6):543-50.
- 24- Rocha Júnior AM, Oliveira RG, Farias RE, Andrade LCF. Aarestrup FM. Modulação da proliferação fibroblástica e da resposta inflamatória pela terapia a laser de baixa intensidade no processo de reparo tecidual. *An Bras Dermatol.* 2006;81(2):150-6.
- 25- Hopkins JT, McLoda TA, Seegmiller JG, Baxter GD. *Low-level laser therapy facilitates superficial wound healing in humans: a tripleblind, sham-controlled study.* *J Athl Train.* 2004;39(3):223-9.
- 26- Envemeka CS. *Attenuation and penetration of visible 632.8nm and invisible infra-red 904nm light in soft tissues.* *Laser Therapy.* 2001;13:95-101.
- 27- Landau Z, Schattner A. *Topical hyperbaric oxygen and low energy laser therapy for chronic diabetic foot ulcers resistant to conventional treatment.* *Yale J Biol Med.* 2001;74(2):95-100.

- 28- Al-watban FAH, Andres BL. *Laser photons and pharmacological treatments in wound healing. Laser Therapy.* 2001;12:1-9.
- 29- Avci, P., Gupta, A., Sadasivam, M., Vecchio, D., Pam, Z., Pam, N., Hamblin, M. R., & Cutan Med Surg Author manuscript, S. (2013). *Low-level laser (light) therapy (LLLT) in skin: stimulating, healing, restoring.* In *Semin Cutan Med Surg* (Vol. 32, Issue 1).
- 30- Oliveira RA, Boson LLB, Portela SMM, Filho ALMM, de Oliveira Santiago D. *Low-intensity LED therapy (658 nm) on burn healing: a series of cases.* *Lasers Med Sci.* 2018 May;33(4):729-735. doi: 10.1007/s10103-017-2399-z. Epub 2017 Dec 4. PMID: 29199384.
- 31- Weiss RA, McDaniel DH, Geronemus RG, Weiss MA, Beasley KL, Munavalli GM, Bellew SG. *Clinical experience with light-emitting diode (LED) photomodulation.* *Dermatol Surg.* 2005 Sep;31(9 Pt 2):1199-205. doi: 10.1111/j.1524-4725.2005.31926. PMID: 16176771.
- 32- Gaida K, Koller R, Isler C, Aytakin O, Al-Awami M, Meissl G, Frey M. *Low Level Laser Therapy--a conservative approach to the burn scar?* *Burns.* 2004 Jun;30(4):362-7. doi: 10.1016/j.burns.2003.12.012. PMID: 15145195.
- 33- Kazemikhoo N, Vaghardoost R, Dahmardehei M, Mokmeli S, Momeni M, Nilforoushzadeh MA, Ansari F, Razagi MR, Razagi Z, Amirkhani MA, Masjedi MR. *Evaluation of the Effects of Low Level Laser Therapy on the Healing Process After Skin Graft Surgery in Burned Patients (A Randomized Clinical Trial).* *J Lasers Med Sci.* 2018 Spring;9(2):139-143. doi: 10.15171/jlms.2018.26. Epub 2018 Mar 20. PMID: 30026900; PMCID: PMC6046389.
- 34- Vaghardoost R, Momeni M, Kazemikhoo N, Mokmeli S, Dahmardehei M, Ansari F, Nilforoushzadeh MA, Sabr Joo P, Mey Abadi S, Naderi Gharagheshlagh S, Sassani S. *Effect of low-level laser therapy on the healing process of donor site in patients with grade 3 burn ulcer after skin graft surgery (a randomized clinical trial).* *Lasers Med Sci.* 2018 Apr;33(3):603-607. doi: 10.1007/s10103-017-2430-4. Epub 2018 Jan 24. PMID: 29368069.
- 35- Carvalho AF, Feitosa MC, Coelho NP, Rebêlo VC, Castro JG, Sousa PR, Feitosa VC, Arisawa EA. *Low-level laser therapy and Calendula officinalis in repairing diabetic foot ulcers.* *Rev Esc Enferm USP.* 2016 Jul-Aug;50(4):628-634. English, Portuguese. doi: 10.1590/S0080-623420160000500013. PMID: 27680049.
- 36- NASCIMENTO, Izabele Assunção Costa do; MORAIS, Renata Regina Ferreira de. A utilização do laser na cicatrização de úlceras venosas: revisão sistemática. Orientador: Jaime Rodrigues Junior. 2019. 22f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Fisioterapia) - Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos, 2019.
- 37- Alsharnoubi J, Shoukry KE, Fawzy MW, Mohamed O. Avaliação de cicatrizes em crianças após o tratamento com laser de baixa intensidade. *Lasers Med Sci.* 2018 Dez;33(9):1991-1995. DOI: 10.1007/s10103-018-2572-z. EPub 2018 Julho 4. PMID: 29974280.

9. CRONOGRAMA

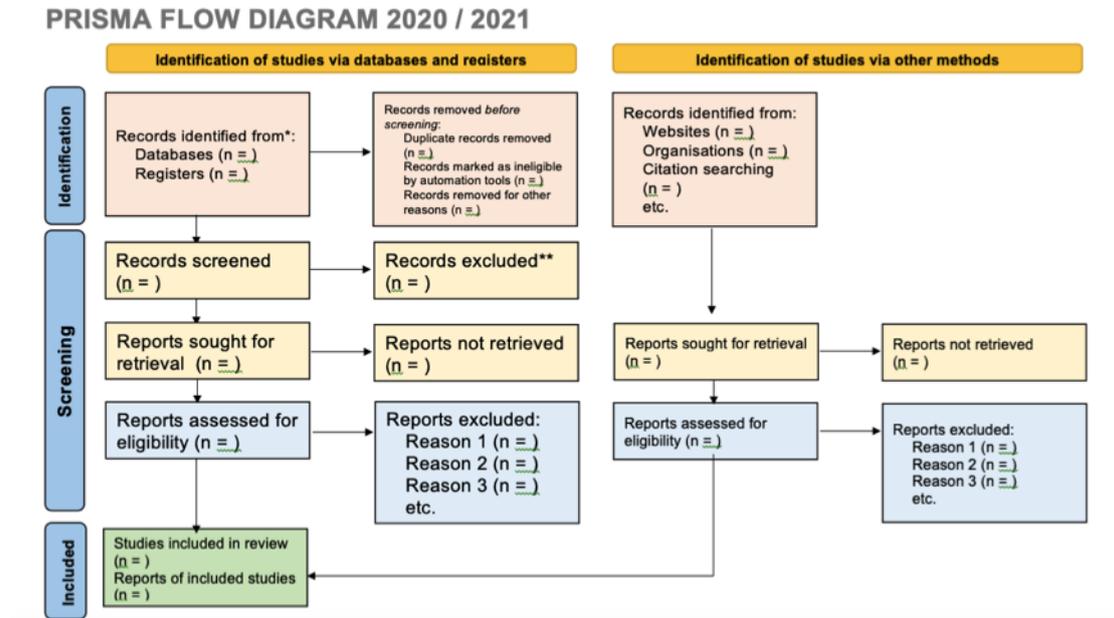
ANO	2021							2022											
MÊS	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Revisão de Literatura										X	X	X	X						
Redação do projeto					X	X	X	X	X	X	X	X							
Análise dos Dados													X	X	X	X	X	X	
Redação do Artigo												X	X	X	X	X	X	X	X

10. ORÇAMENTO

O Projeto será financiado pelos próprios investigadores. Utilizando-se de materiais de consumo (encadernação, cópias, impressão), com valores estimados de 50 reais. Outros materiais, como bibliográfico (compra de livros e artigos), estimada em até 200 reais. Material para análise e escrita digital utilizado (computadores/software) é dos autores. Ainda não foi estipulado custos com serviços de deslocamento para reunião entre os investigadores, até o momento todos encontros continuarão sendo online.

11. ANEXOS

ANEXO A – PROTOCOLO PRISMA 2020/2021.



ANEXO B - *The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias.*

AUB KQ1 Risk of Bias Assessment (Reference ID #)						
Domain	Description	High Risk of Bias	Low Risk of Bias	Unclear Risk of Bias	Reviewer Assessment	Reviewer Comments
<i>Selection bias Random sequence generation</i>	Described the method used to generate the allocation sequence in sufficient detail to allow an assessment of whether it should produce comparable groups	Selection bias (biased allocation to interventions) due to inadequate generation of a randomized sequence	Random sequence generation method should produce comparable groups	Not described in sufficient detail	High Low Unclear	
<i>Selection bias Allocation concealment</i>	Described the method used to conceal the allocation sequence in sufficient detail to determine whether intervention allocations could have been foreseen before or during enrollment	Selection bias (biased allocation to interventions) due to inadequate concealment of allocations prior to assignment	Intervention allocations likely could not have been foreseen in before or during enrollment	Not described in sufficient detail	High Low Unclear	
<i>Reporting bias Selective reporting</i>	Stated how the possibility of selective outcome reporting was examined by the authors and what was found	Reporting bias due to selective outcome reporting	Selective outcome reporting bias not detected	Insufficient information to permit judgment+	High Low Unclear	
<i>Other bias Other sources of bias</i>	Any important concerns about bias not addressed above*	Bias due to problems not covered elsewhere in the table	No other bias detected	There may be a risk of bias, but there is either insufficient information to assess whether an important risk of bias exists or insufficient rationale or evidence that an identified problem will introduce bias	High Low Unclear	

* If particular questions/entries were pre-specified in the study's protocol, responses should be provided for each question/entry.

+ It is likely that the majority of studies will fall into this category.

Assess each main or class of outcomes for each of the following. Indicate the specific outcome.

ANEXO B- *The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias* (continuação).

AUB KQ1 Risk of Bias Assessment (Reference ID #)						
Outcome:						
Domain	Description	High Risk of Bias	Low Risk of Bias	Unclear Risk of Bias	Reviewer Assessment	Reviewer Comments
<i>Performance bias Blinding (participants and personnel)</i>	Described all measures used, if any, to blind study participants and personnel from knowledge of which intervention a participant received. Provided any information relating to whether the intended blinding was effective.	Performance bias due to knowledge of the allocated interventions by participants and personnel during the study.	Blinding was likely effective.	Not described in sufficient detail	High Low Unclear	
<i>Detection bias Blinding (outcome assessment)</i>	Described all measures used, if any, to blind outcome assessors from knowledge of which intervention a participant received. Provided any information relating to whether the intended blinding was effective.	Detection bias due to knowledge of the allocated interventions by outcome assessors.	Blinding was likely effective.	Not described in sufficient detail	High Low Unclear	
<i>Attrition bias Incomplete outcome data</i>	Described the completeness of outcome data for each main outcome, including attrition and exclusions from the analysis. Stated whether attrition and exclusions were reported, the numbers in each intervention group (compared with total randomized participants), reasons for attrition/exclusions where reported.	Attrition bias due to amount, nature or handling of incomplete outcome data.	Handling of incomplete outcome data was complete and unlikely to have produced bias	Insufficient reporting of attrition/exclusions to permit judgment (e.g., number randomized not stated, no reasons for missing data provided)	High Low Unclear	

ANEXO C- Exemplo de utilização da *The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias*.

Best 2007	+	+	-	+	+	+	+
Bossi 2004	+	?	-	-	+	+	?
Burger 2003	?	?	-	-	+	+	?
Clevenbergh 2002	+	+	-	-	-	+	-
Crommentuyn 2005	?	?	-	-	+	+	?
Fletcher 2002	+	+	-	-	+	+	?
Khoo 2006	+	?	-	-	+	-	-
Torti 2005	+	?	-	+	+	-	-
	Random sequence generation	Allocation concealment	Blinding of participants and personnel	Blinding of outcome assessment	Incomplete outcome data	Selective reporting	Other bias

Key

- ⊕ Low risk of bias
- ⊖ High risk of bias
- ⊙ Unclear risk of bias

ANEXO D- Vancouver Scar Scale (VSS)

Scar characteristic	Description
Pigmentation	
0	Normal color that closely resembles the color over the rest of one's body
1	Hypopigmentation
2	Hyperpigmentation
Vascularity	
0	Normal color that closely resembles the color over the rest of one's body
1	Pink
2	Red
3	Purple
Pliability	
0	Normal
1	Supple: flexible with minimal resistance
2	Yielding: giving way to pressure
3	Firm: inflexible, not easily moved, resistant to manual pressure
4	Banding: rope-like tissue that blanches with extension of the scar
5	Contracture: permanent shortening of scar producing deformity or distortion
Height	
0	Normal: flat
1	<2 mm
2	<5 mm
3	>5 mm

ANEXO E- Visual Analogue Scale (VAS)

