



**UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS – UNIEVANGÉLICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**EFEITO DO LASER DE DIODO NA REMODELAÇÃO DA PELE
COMPARANDO A EFICÁCIA DE DIFERENTES COMPRIMENTOS DE ONDA
NO LASER: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Flavianny Silva Artiaga Andrade Gomes

Anápolis-GO

2024

G333

Gomes, Flavianny Silva Artiaga Andrade.

Efeito do Laser de Diodo na remodelação da pele comparando a eficácia de diferentes comprimentos de onda no laser: uma revisão sistemática./ Flavianny Silva Artiaga Andrade Gomes - Anápolis: Universidade Evangélica de Goiás, 2024.

50 p.; il.

Orientador: Prof. Dr. Orlando Aguirre Guedes

Co orientador: Prof. Dr. Luís Vicente Franco de Oliveira.

Dissertação (mestrado) – Programa de pós - graduação em
Odontologia – Universidade Evangélica de Goiás, 2024.

Catálogo na Fonte

Elaborado por Hellen Lisboa de Souza CRB1/1570

Flavianny Silva Artiaga Andrade Gomes

**EFEITO DO LASER DE DIODO NA REMODELAÇÃO DA PELE
COMPARANDO A EFICÁCIA DE DIFERENTES COMPRIMENTOS DE ONDA
NO LASER: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Dissertação de Mestrado
apresentada ao Programa de Pós-
graduação em Odontologia da
Universidade Evangélica de Goiás –
UniEVANGÉLICA, para obtenção do
Título de Mestre em Odontologia.

Área de concentração: Clínica
Odontológica

Orientador: Prof. Dr. Orlando Aguirre
Guedes

Co orientador: Prof. Dr. Luís Vicente
Franco de Oliveira

Anápolis-GO

2024

TERMO DE APROVAÇÃO



FOLHA DE APROVAÇÃO
EFICÁCIA DE DIFERENTES COMPRIMENTOS DE ONDA NO LASER DE DIODO PARA
REMODELAÇÃO DA PELE: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA
Flavianny Silva Artiaga Andrade Gomes

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia - PPGO da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE.

Aprovado em 12 de dezembro de 2024.

Linha de Pesquisa: Técnicas, Materiais e Substâncias de Aplicação Clínica e Laboratorial em Odontologia

Banca examinadora

Documento assinado digitalmente
 **ORLANDO AGUIRRE GUEDES**
Data: 16/12/2024 14:09:31 -0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Orlando Aguirre Guedes
Orientador / UniEVANGÉLICA

Documento assinado digitalmente
 **LUIS VICENTE FRANCO DE OLIVEIRA**
Data: 16/12/2024 10:29:56 -0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Luis Vicente Franco de Oliveira
Examinadora Interna / UniEVANGÉLICA

Documento assinado digitalmente
 **LUCIANA CARVALHO BOGGIAN**
Data: 12/12/2024 18:28:55 -0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. Luciana Carvalho Boggian
Examinador Externo / UniEVANGÉLICA

Dedico esta obra a minha filha
Sophia Artiaga Gomes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, pela oportunidade de aprender e ensinar.

A minha filha, Sophia Artiaga Gomes, pelo amor incondicional.

Ao meu marido, Antonio Carlos Gomes, pelo companheirismo.

A minha mãe, Mary Lucia Silva Artiaga, e ao meu pai, Cesar Augusto de Artiaga Andrade, pelo amor e toda educação que sempre recebi de vocês.

A beleza começa no momento em que você decide ser você mesma.

Coco Chanel

RESUMO

A busca por tratamentos minimamente invasivos, com resultados expressivos, consistentes e duradouros, associados aos avanços tecnológicos proporcionam inovações nas técnicas que utilizam o laser de diodo. Este estudo realizou uma revisão sistemática para avaliar os efeitos do laser de diodo na remodelação da pele comparando a eficácia de diferentes comprimentos de onda. Buscas nas bases de dados MEDLINE; EMBASE; SCOPUS, foram realizadas utilizando os termos "lasers", "Diode", "Skin", "Rejuvenation". Foram incluídos 16 estudos nessa revisão sistemática. O laser de diodo é uma das tecnologias não ablativas que surgiram para atender a demanda por tratamentos da pele. O laser no tecido dérmico e subcutâneo tem como alvo principal a água e gordura presentes, atingindo-os por efeitos térmicos. Ainda não há um consenso sobre qual comprimento de onda seja o melhor ou o mais indicado para uso no endolaser com objetivo de rejuvenescimento da pele. Os dados fornecem *insights* sobre os efeitos antienvhecimento da irradiação do laser de diodo na pele humana. A presente revisão sistemática identificou lacunas no conhecimento sobre os comprimentos de onda utilizados no laser de diodo em tratamentos de rejuvenescimento da pele. Novos estudos devem ser conduzidos com metodologia rigorosa e bem detalhada, a fim de abordar as novidades no tratamento para todos os tipos de pele utilizando laser de diodo.

Palavras-chave: endolaser, EndoLift, EndoSkin, saúde, tratamento.

ABSTRACT

The search for minimally invasive treatments with expressive, consistent and long-lasting results, associated with technological advances and innovations in techniques that use diode laser. This study carried out a systematic review to evaluate the effects of diode laser on skin remodeling, comparing the effectiveness of different wavelengths. Searches in the MEDLINE; EMBASE; SCOPUS databases were performed using the terms "lasers", "Diode", "Skin", "Rejuvenation". Sixteen studies were included in this systematic review. Diode laser is one of the non-ablative technologies that have emerged to meet the demand for skin treatments. The laser in thermal and subcutaneous tissue mainly targets the water and fat present, reaching them through thermal effects. There is still no consensus on which wavelength is the best or most suitable for use in endolaser for skin rejuvenation. The data provide insights into the anti-aging effects of diode laser irradiation on human skin. This systematic review contains gaps in knowledge about the wavelengths used in diode laser in skin rejuvenation treatments. New studies should be conducted with rigorous and well-detailed methodology in order to address the novelties in treatment for all skin types using diode laser.

Keywords: endolaser, EndoLift, EndoSkin, health, treatment.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Dispositivos a laser	12
1.2 Lasers ablativos	13
1.3 Lasers não ablativos	14
1.4 Lipólise a laser	15
1.5 Envelhecimento da pele	17
2. OBJETIVOS	20
2.1 Objetivo Geral	20
2.2 Objetivo Específico	20
3. METODOLOGIA	21
3.1 Tipo de pesquisa	21
3.2 Estratégias de busca e fontes de informação	21
3.3 Critérios de elegibilidade	23
3.4 Seleção dos estudos e coleta de dados	24
3.5 Avaliação do risco de viés e qualidade dos estudos	25
3.6 Análise dos dados obtidos	26
3.7 Aspectos éticos	26
4. RESULTADOS	27
5. DISCUSSÃO	36
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
Referências	43

1. INTRODUÇÃO

O uso de diferentes tipos de laser em tratamentos de saúde tem evoluído muito desde o avanço do conhecimento sobre a fototermólise na década de 80 (Abergel *et al.*, 1984; Leclère *et al.*, 2014). A técnica de fototermólise baseia-se na absorção de fótons, emitidos pela luz intensa pulsada através dos cromóforos, que são substâncias que tem muitos elétrons capazes de absorver energia ou luz visível, sendo a hemoglobina e a melanina os principais cromóforos do organismo humano (Altshuler *et al.*, 2001; Reynaud *et al.*, 2009; Fritz *et al.*, 2023).

A busca por tratamentos minimamente invasivos, com resultados expressivos, consistentes e duradouros, associados aos avanços tecnológicos proporcionam inovações nas plataformas de lasers (Campos *et al.*, 2022). O laser pode ser considerado uma ferramenta para essa nova demanda de procedimentos minimamente invasivos e de alta performance (Motta, 2018).

O termo Endolaser, Endo (interno) e Laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*), está relacionado a aplicação do laser de alta potência (diodo) por meio de uma fibra ótica no interior de tecidos, vasos ou órgãos. A termoablação utiliza a energia térmica direcionada ao tecido (Youn & Holcomb, 2013). Em 2005, na Itália, a equipe do Dr. Roberto Dell'Avanzato nomeia a técnica como Endolift[®], ENDO significa "interno" e LIFT "elevar" ou levantar os tecidos da pele (Dell'avanzato, 2022; Borges *et al.*, 2023; Luo, 2023).

Na literatura sobre o tema, os dois termos são utilizados com a mesma finalidade. Contudo, a principal diferença entre o Endolaser e o Endolift está no escopo dos procedimentos e nas áreas específicas que cada um deles visa tratar (Lotfi *et al.*, 2022). Apenas alguns estudos preferem diferenciar o endolaser como sendo um procedimento estético minimamente invasivo que utiliza um laser de diodo para tratar uma variedade de questões estéticas faciais e corporais; e o termo Endolift que também é um procedimento estético minimamente invasivo, se concentra no rejuvenescimento da pele do rosto e pescoço.

Na técnica do Endolift[®] uma fibra ótica tão fina quanto um fio de cabelo, de 200, 300 ou 400µm para a face; e 400, 600 ou 800µm para o corpo, é inserida sob a pele para entregar a energia térmica do laser de diodo ao tecido subcutâneo, onde se encontra os adipócitos, por exemplo (Lotfi *et al.*, 2022;

Borges *et al.*, 2023). A energia é absorvida de forma seletiva pelos cromóforos levando a desnaturação proteica e ao estímulo da síntese de colágeno pelos fibroblastos. Já nos adipócitos essa desnaturação altera o metabolismo favorecendo a redução do tecido adiposo ou a lipólise – morte da célula (Illescas-Montes *et al.*, 2019; Derman *et al.*, 2020; Nilforoushzadeh *et al.*, 2022).

O objetivo principal da técnica é a remodelação e retração da pele. Pode ser empregada no tratamento da flacidez, redução de pequenos depósitos de gordura, auxilia no tratamento da acne, queiloide, rinomodelação, celulite, entre outras (Li *et al.*, 2019; Dell'avanzato, 2021; Longo *et al.*, 2022; Lotfi *et al.*, 2023; Nilforoushzadeh *et al.*, 2023a; Sigova *et al.*, 2023; Zattoni & Forlin, 2023). Estudos demonstram que é possível obter excelentes resultados no tratamento da flacidez cutânea ligeira a moderada e reduzir o excesso de gordura. E o laser é mais eficaz do que outras energias, como a radiofrequência ou o ultrassom, na destruição de gordura e na retração da pele (Prado *et al.*, 2006; Dell'avanzato, 2022).

Nos últimos anos o laser ganhou destaque nos tratamentos em saúde e estéticos, com dispositivos e técnicas mais seguros e percutâneos. Os efeitos que os pacientes procuram no tratamento a laser são principalmente a redução da flacidez da pele, mas também a redução dos depósitos de gordura pela lipólise a laser. O Endolift® tem um papel significativo na obtenção da desejada pele rejuvenescida “macia” do rosto, pescoço e corpo, cada vez mais exigida na sociedade atual (Wolfenson *et al.*, 2011; Dell'avanzato, 2022).

A pele tem como função ser uma barreira protetora contra injúrias (abrasões, cortes, queimaduras etc.), patógenos infecciosos e radiação ultravioleta; auxilia na regulação da temperatura corporal, síntese de vitamina D, excreção de íons e recepção sensorial (tato e dor), possuindo, também, uma notável capacidade de regeneração (Bashkatov *et al.*, 2005; Derman *et al.*, 2020). O entendimento da interação luz versus pele é importante para que a aplicação do laser faça o efeito esperado, respeitando as metodologias próprias da aplicação, uma vez que a composição do tecido pode variar de indivíduo para indivíduo devido à especificidade genética de cada pessoa, e outros fatores como a tolerância dérmica, a espessura do tecido subcutâneo entre outros, o que leva a personalização dos protocolos de aplicação (Reynaud *et al.*, 2009).

O uso no laser no tecido dérmico e subcutâneo tem como alvo principal a água e a gordura presentes nesse tecido, podendo atingir outras estruturas por efeitos térmicos, considerados como “efeitos colaterais” (Youn & Holcomb, 2013; Derman *et al.*, 2020). Na técnica de lipoaspiração com uso de Laser o comprimento de onda de 915 a 1320 nm é utilizado para lise de adipócitos, em potência alta (10 a 30 W), modo contínuo, altas doses de energia total depositada e velocidade alta de passagem da fibra, entre 5-10 cm/segundo (Wassmer *et al.*, 2010; Kamamoto *et al.*, 2022; Motta *et al.*, 2023). Já a técnica do Endolift® é realizada com comprimento de onda de 1470 nm, potências baixas, entre 2 e 5 W para a face e 5 a 9 W para o corpo, modo pulsado, energia total depositada baixa e velocidade lenta de passagem da fibra, entre 0,5 e 1 cm/segundo (Ferreira *et al.*, 2021; Dell’avanzato, 2022; Heller *et al.*, 2022; Lotfi *et al.*, 2022; Borges *et al.*, 2023; Lotfi *et al.*, 2023; Nilforoushzadeh *et al.*, 2023b; Sigova *et al.*, 2023; Choi & Yi, 2024).

No entanto, a literatura relata procedimentos com variações no comprimento de onda. Há uma distorção nos parâmetros da técnica utilizando o laser a 1470 nm, que nesse comprimento de onda, em função de sua alta afinidade pela água, a necessidade de energia depositada é bem menor se comparado ao laser de 980 nm até então utilizado na termoablação venosa e na lipoaspiração a laser.

A literatura carece de estudos de qualidade sobre a comparação entre os comprimentos de onda. Dessa forma, o presente estudo avaliou os efeitos do laser de diodo na remodelação da pele comparando a eficácia de diferentes comprimentos de onda do laser – construindo uma revisão sistemática.

1.1 Dispositivos a laser

A amplificação da luz por emissão estimulada de radiação, ou laser, é um dispositivo que produz um tipo de radiação eletromagnética com características especiais, amplifica a luz e produz feixes de luz coerentes. Albert Einstein foi o primeiro a propor a ideia de emissão estimulada no início do século XX e Theodore Maiman, da *Hughes Aircraft Company*, criou o primeiro laser funcional em 1960 (Abergel *et al.*, 1984).

Dermatologistas usam fontes de luz artificial para o tratamento de doenças de pele há séculos. A lâmpada Finsen para lúpus vulgar (1899),

cicatrização de feridas e raquitismo (1901) e psoríase (1925). Novos sistemas incentivaram os estudos sobre os efeitos terapêuticos dos lasers. A introdução da fototermólise seletiva, em 1983 estabeleceu a estrutura para o tratamento de lesões vasculares. No início da década de 1990, a significância biológica dos diodos emissores de luz foi percebida. Desde essa descoberta, várias fontes de luz foram investigadas por seus efeitos cutâneos. Desde os primeiros estudos de Apfelberg, em 1994, a lipólise a laser (LAL) tem aumentado (Reynaud *et al.*, 2009; Wolfenson *et al.*, 2011; Leclère *et al.*, 2014).

Lasers já foram aprovados pela FDA para rejuvenescimento cosmético da pele (2004) e melasma (2005). O uso de lasers representa uma área empolgante na dermatologia com uma rica história de progressão. Atualmente, os lasers têm amplas aplicações em dermatologia e são modalidades de tratamento valiosas para várias condições de pele. À medida que a demanda por procedimentos não invasivos para tratar problemas de envelhecimento cutâneo aumentou, novos lasers e dispositivos de radiofrequência surgiram (Altshuler *et al.*, 2001).

O laser é uma luz monocromática, colimada, com um único comprimento de onda que pode atingir diferentes cromóforos na pele, por exemplo, água, melanina, oxiemoglobina. Diferentes comprimentos de onda causam efeito destrutivo seletivo em várias alterações na pele envelhecida, por exemplo, crescimentos, alterações pigmentares e vasos sanguíneos (Fritz *et al.*, 2023; Choi & Yi, 2024). Há vários tipos de lasers disponíveis no mercado hoje em dia.

1.2 Lasers ablativos

O laser ablativo é eficaz no rejuvenescimento da pele (Luo, 2023). Os sistemas ablativos incluem: laser de dióxido de carbono (CO₂) pulsado ou fracionado de alta energia emitindo em um comprimento de onda de 10600 nm, modo ablativo/coagulativo único ou de pulso variável ou duplo laser de érbio:ítrio e alumínio granada (Er:YAG) emitindo em um comprimento de onda de 2940 nm, ou sistemas combinando comprimentos de onda de 10600 nm e 2940 nm, e laser de ítrio escândio gálio granada (YSGG). A luz é absorvida seletivamente por moléculas de água nas células, resultando em geração excessiva de calor e eventual destruição do tecido alvo (Illescas-Montes *et al.*, 2019; Cohen *et al.*, 2020; Mandour *et al.*, 2021; Campos *et al.*, 2022).

São utilizados para o rejuvenescimento da pele, em rugas ao redor dos

olhos/boca, cicatrizes cirúrgicas/de acne e crescimentos benignos, como verrugas virais, ceratoses seborreicas ou ceratoses actínicas. Os lasers ablativos estatisticamente têm a maior eficácia com os maiores efeitos colaterais registrados (Bashkatov *et al.*, 2005; Luo, 2023).

O rejuvenescimento da pele a laser pode ser bastante doloroso e anestesia com sedação pode ser necessária para alguns pacientes. Eritema é uma complicação muito comum após o procedimento e é mais intenso nas primeiras 2 semanas de tratamento. Geralmente desaparece em 3 a 6 meses (Motta, 2018). Ensaio clínico randomizado avaliou o laser de erbium-YAG pulsado variável e concluiu que esse tipo de laser pode atingir o mesmo efeito que o laser de dióxido de carbono, mas provavelmente com sequelas menos adversas (Mandour *et al.*, 2021).

1.3 Lasers não ablativos

Lasers não ablativos foram desenvolvidos para evitar características problemáticas e desconfortáveis após o rejuvenescimento ablativo a laser. Têm como alvo as moléculas de água na derme superior e, portanto, promovem a formação de novo colágeno sem efeito indesejável na camada epidérmica (Ignatieva *et al.*, 2019; Derman *et al.*, 2020). Há menos chance de eritema prolongado da pele, pigmentação pós-inflamatória, infecção da pele e cicatrizes (Motta, 2018; Kandan *et al.*, 2020; Nilforoushzadeh *et al.*, 2022).

Os lasers não ablativos são: laser de neodímio:ítrio e alumínio granada (Nd: YAG sigla em inglês para *neodymium-doped yttrium aluminium garnet*,) Q-switched que emite luz infravermelha em um comprimento de onda de 1064 nm, laser Erbium Glass de 1540 nm, laser Nd:YAG emitindo em um comprimento de onda de 1320 nm, e laser de diodo emitindo em um comprimento de onda de 1450 nm, ainda tem o érbio glass fracionado, fibra de túlio, diodo e dispositivos de radiofrequência. O uso de comprimentos de onda mais longos permite a penetração dérmica da luz em dispositivos, atingindo a fibra de colágeno com eventual remodelação da pele (Derman *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2020; Dell'avanzato, 2022).

São utilizados para rugas finas e melhora da textura da pele. O procedimento causa algum desconforto mínimo. Geralmente é repetido em intervalos de 4 a 6 semanas e o efeito cosmético ideal é esperado em 6 a 9

meses (Campos *et al.*, 2022; Lotfi *et al.*, 2023). Os tratamentos não ablativos não produzem o mesmo grau de melhora que as técnicas de rejuvenescimento ablativos, mas são uma excelente alternativa para pessoas que desejam melhora estética com um período mínimo de recuperação e efeitos colaterais reduzidos.

Do ponto de vista da medicina baseada em evidências, nenhuma meta-análise foi encontrada analisando a eficácia, apenas pequenos ensaios não randomizados estão disponíveis na literatura científica. Uma revisão sistemática compara a eficácia entre o laser ablativo e o não ablativo e mostrou que o laser de érbio-YAG ou o laser de CO₂ foram melhores do que os lasers não ablativos no tratamento de linhas finas/cicatrices superficiais ou rugas/cicatrices profundas (Dell'avanzato, 2021; Mandour *et al.*, 2021; Zattoni & Forlin, 2023).

1.4 Lipólise a laser

A lipólise a laser é o complexo de tecnologias voltadas para a destruição térmica do tecido adiposo por radiação laser (Wolfenson *et al.*, 2011). Pode ocorrer com alterações de temperatura mínimas, como um aumento de 6°C acima da temperatura corporal normal. Os componentes da bicamada lipídica das membranas celulares dos adipócitos, mantidos juntos apenas por forças de hidratação, são os mais vulneráveis a essa variação de temperatura (Derman *et al.*, 2020; Zattoni & Forlin, 2023).

Junto com a destruição térmica dos adipócitos, o uso da radiação laser em certos parâmetros afeta o colágeno, promovendo a destruição das células adiposas e o *lifting*/firmeza da pele. No entanto, a literatura mostra inúmeras descrições de métodos de lipólise a laser com vários dados, as vezes contraditórios, sobre tecnologia, eficiência e segurança (Youn & Holcomb, 2013; Daggett *et al.*, 2020).

Estudos indicam que a lipólise a laser com diodos de 924 e 975 nm é um tratamento adequado para remoção de depósitos de gordura e obtenção de resultados estéticos na pele, com tempo mínimo de recuperação e alta satisfação do paciente (Bashkatov *et al.*, 2005; Prado *et al.*, 2006). Já a lipólise a laser de diodo com comprimento de onda de 980 nanômetros é caracterizada por menos ação destrutiva nos tecidos e menor período de reabilitação do que os métodos tradicionais (Arslan *et al.*, 2017; Wollina & Goldman, 2020; Kamamoto *et al.*,

2022). Um estudo sobre a lipólise a laser realizada com laser de diodo de 980 nm após anestesia tumescente, e as seguintes configurações de laser: fibra óptica de 600 µm, modo contínuo, potência dependendo das áreas individuais do corpo (18-40 W) indicou resultados satisfatórios. A energia cumulativa média varia de 12 a 60 kJ (Sigova *et al.*, 2023; Zattoni & Forlin, 2023).

Outro estudo de lipólise a laser comparou laser de diodo de 980 nm (emissão contínua, potência de 15 W, energia total de 8-12 kJ) com o comprimento de onda de 1064 nm, realizada com infiltração anestésica tumescente (Arslan *et al.*, 2017; Kamamoto *et al.*, 2022). Os resultados indicaram efeitos significativos no tecido adiposo, com redução do volume do tecido, juntamente com significativo endurecimento/retração da pele. A profundidade de penetração da fibra óptica e o aumento de temperatura dos comprimentos de onda de 980 nm são diferentes daqueles do comprimento de onda de 1064 nm (Wollina & Goldman, 2020). O comprimento de onda de 1064 nm penetra em camadas mais profundas do tecido em comparação com 980 nm. Além disso, o aumento de temperatura durante a irradiação de 1064 nm leva ao aumento de temperatura em faixas permitidas. Esses detalhes provam a razão pela qual o comprimento de onda de 1064 nm é comumente utilizado na lipólise a laser em comparação com o comprimento de onda de 980 nm (Dell'avanzato, 2022).

E, ainda, numa simulação comparativa, o aumento de temperatura no comprimento de onda de 980 nm foi de 70,8°C no local, que foi maior do que o do comprimento de onda de 1064 nm. Portanto, o laser de 980 nm pode deixar efeitos negativos indesejados nos tecidos, incluindo hipertermia até queimaduras (Bashkatov *et al.*, 2005; Youn & Holcomb, 2013; Derman *et al.*, 2020; Wollina & Goldman, 2020; Kamamoto *et al.*, 2022).

O comprimento de onda de 1060 nm tem sido usado para lipólise a laser. Os adipócitos tratados são geralmente removidos pelo corpo por meio do processo de limpeza inflamatória habitualmente realizado por macrófagos, leva de semanas a meses (Kandan *et al.*, 2020). Este laser de diodo já recebeu aprovação para lipólise não invasiva do abdômen, flancos, costas, coxas internas e externas (Derman *et al.*, 2020). O laser de diodo é um método seguro e eficaz para redução de gordura usando o comprimento de onda de 1060 nm. Este comprimento de onda penetra na pele e aquece os adipócitos subcutâneos, causando ruptura celular, deixando lipídios extracelulares e detritos celulares

para serem evacuados naturalmente pelo corpo. Imagens de ultrassom mostraram redução média de gordura estatisticamente significativa ($p < 0,001$) de $2,6 \pm 1,1$ mm. Laser de diodo hipertérmico de 1060 nm usado neste estudo foi seguro e eficaz para redução de gordura não invasiva do flanco (Youn & Holcomb, 2013; Zattoni & Forlin, 2023).

Já o comprimento de onda de 1210 nm tem afinidade de absorção para Tecido Rico em Lipídios e demonstrou estimular adipócitos e células mesenquimais do tecido subcutâneo, com um novo conceito: Fototermoestimulação Seletiva. O laser de diodo de 1210 nm mostra afinidade pelo tecido adiposo (Prado *et al.*, 2006).

A tecnologia a laser fornece a destruição desejada do tecido adiposo, hemostasia e boa retração da pele com o mínimo de desconforto e um rápido retorno à vida normal para o paciente. Pesquisas baseadas no uso do laser de várias fontes de diferentes potências com várias combinações de comprimento de onda tem sido realizada. De acordo com a literatura, as tecnologias de laser mais difundidas de destruição de tecido adiposo são usadas para eliminação do adipócito em cirurgias plástica e estética, para excisão minimamente invasiva de tumores de tecido adiposo (lipomas) e para o tratamento de ginecomastia, hiperidrose, osmidrose, celulite e outras condições como o uso no endolaser no tratamento da face e seus depósitos de gordura facial.

1.5 Envelhecimento da pele

O envelhecimento intrínseco e o fotoenvelhecimento do rosto estão em andamento constantemente e, eventualmente, resultam no rosto "envelhecido" típico, com linhas e rugas visíveis em repouso, uma variedade de discromia e uma epiderme cansada, opaca e frouxa sobre uma arquitetura dérmica elástica mal organizada, caracterizada por muitos espaços interfibrilares. Tanto o *resurfacing*/rejuvenescimento ablativo quanto o não ablativo foram relatados como soluções, sendo que o primeiro fornece excelentes resultados, mas um longo tempo de inatividade do paciente no pós-procedimento, e o último com pouco ou nenhum tempo de inatividade, mas resultados abaixo do ideal (Prado *et al.*, 2006; Longo *et al.*, 2022).

O tratamento do envelhecimento da pele continua sendo um tópico muito debatido, e muitos sistemas foram relatados como tendo graus variados de

sucesso. A ação de fotobiomodulação das células da pele, em particular mastócitos, macrófagos, endoteliócitos e fibroblastos, aumenta o fluxo sanguíneo e linfático local (Illescas-Montes *et al.*, 2019; Nilforoushzadeh *et al.*, 2022).

A pele sofre alterações morfológicas e fisiológicas com o avanço da idade do indivíduo (Lotfi *et al.*, 2023). Essas alterações podem ser causadas por fatores intrínsecos e extrínsecos que contribuem para o envelhecimento celular e consequente envelhecimento cutâneo. O termo fotoenvelhecimento é utilizado para caracterizar o envelhecimento da pele causado pela radiação solar. Clinicamente, a pele torna-se mais flácida, espessa e hiperpigmentada, ao mesmo tempo em que há o aparecimento precoce de rugas e outras alterações cutâneas, como o câncer de pele (Nilforoushzadeh *et al.*, 2023a).

As características clínicas do fotoenvelhecimento incluem: alterações na textura da pele, flacidez, rugas, alterações pigmentares e alterações vasculares, como eritema e telangiectasias (Li *et al.*, 2019; Dell'avanzato, 2021). Para atender as crescentes demandas dos pacientes por melhorar todos os aspectos do fotoenvelhecimento em uma única consulta, empregar um tratamento multimodal para todos os aspectos do fotoenvelhecimento tornou-se cada vez mais desejável.

A crença generalizada de que alterações texturais inevitáveis ou irreversíveis ou despigmentação ocorrem após tratamentos baseados em laser foi desafiada nos últimos anos por novas classes de dispositivos capazes de proteger a epiderme de lesões durante o tratamento (Longo *et al.*, 2022; Sigova *et al.*, 2023). Uma abordagem ideal seria aplicar a prevenção, em vez da cura, e tratar os indivíduos em seus primeiros 20 anos, antes mesmo que as linhas finas tenham começado a aparecer. Essa abordagem "fotoantienvelhecimento" poderia ser alcançada com o uso de níveis incidentes muito baixos de energia de fótons para estimular as células da pele, tanto epidérmicas quanto dérmicas, em comprimentos de onda específicos da célula com base nas descobertas fotobiológicas da literatura nas últimas duas décadas ou mais, a fim de aumentar sua resistência aos efeitos do envelhecimento cronológico e fotoenvelhecimento.

Uma pele lisa e sem rugas está associada à saúde da juventude, enquanto as rugas têm um impacto negativo na aparência, imagem e autoestima percebidas. Procedimentos estéticos como o laser, têm sido usados para atingir

e obter uma aparência mais jovem.

O rejuvenescimento da pele se tornou uma meta muito procurada e orientada, e uma série de modalidades baseadas em luz com vários graus de invasividade têm atraído atenção. A avaliação ultraestrutural dos efeitos pós-tratamento que sugerem os mecanismos por trás do rejuvenescimento da pele pode ser uma maneira útil de comparar uma seção transversal de modalidades populares. Uma nova organização das fibras colágenas e elásticas são observadas nos estudos histológicos após o uso de lasers (Nilforoushzadeh *et al.*, 2023b). É possível que essa superioridade histológica esteja relacionada a um efeito mais prolongado.

No rejuvenescimento ablativo, a epiderme é removida e substituída por uma epiderme "nova", enquanto na abordagem não ablativa a epiderme é poupada por meio de alguma forma de resfriamento (Lotfi *et al.*, 2023; Nilforoushzadeh *et al.*, 2023a). Em ambas as abordagens, no entanto, o objetivo é criar quantidades controladas de dano térmico na derme para estimular o processo de cicatrização da ferida, gerando assim uma matriz dérmica mais firme e melhor organizada, e "mais jovem" (Sigova *et al.*, 2023).

As mudanças demográficas na população favorecem a tendência crescente de pacientes mais velhos e etnicamente diversos, solicitando tratamento para recapturar uma aparência jovem. Muitas tecnologias já foram desenvolvidas para rejuvenescimento da pele, aplicadas para promover a remodelação sem danos a epiderme. Uma compreensão mais aprofundada sobre a interação laser-tecido levou ao design de sistemas específicos para o tratamento de rugas, cicatrizes e pele fotodanificada, cuja eficácia e perfil ainda precisam ser avaliados em longo prazo por ensaios clínicos controlados e randomizados. Esses sistemas estimulam a remodelação do colágeno dérmico (Derman *et al.*, 2020).

O uso de lasers complementa o arsenal de tratamento da pele, disponibilizando uma gama mais ampla de opções aprimorando a capacidade de correlacionar as necessidades de pacientes individuais mais de perto com as vantagens específicas oferecidas por uma modalidade específica. Existem várias técnicas eficazes para tratamento da pele, mas todas têm suas desvantagens. No futuro, uma combinação de lasers pode ser usada para rejuvenescimento facial.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar uma revisão sistemática para avaliar os efeitos do laser de diodo na remodelação da pele comparando a eficácia de diferentes comprimentos de onda.

2.2 Objetivo Específico

- Comparar se há diferenças entre os comprimentos de onda utilizados no laser de diodo para rejuvenescimento da pele.

3. METODOLOGIA

3.1 Tipo de pesquisa

Trata-se de uma revisão sistemática da literatura científica. O presente estudo foi desenvolvido de acordo com os critérios da *Cochrane Database of Systematic Reviews* (Higgins, Green, 2011). Todo o protocolo da pesquisa foi registrado no *Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO, Booth *et al.*, 2012), uma base de dados internacional que serve para indexar protocolos de revisões sistemáticas, criado em 2011; sob ID CRD42024563190, na data 08/07/2024, e título: “A systematic review on the effect of diode laser on skin remodeling comparing the efficacy of different wavelengths in laser”.

A presente revisão foi planejada e executada de acordo com o protocolo PRISMA 2020 elaborada principalmente para revisões sistemáticas de estudos que avaliam os efeitos de intervenções em saúde, independentemente do delineamento dos estudos incluídos (Page *et al.*, 2021).

A seguinte pergunta norteou a pesquisa: “Qual o efeito clínico do laser de diodo aplicado no tecido subcutâneo (intervenção) na remodelação dérmica para efeito rejuvenescedor da pele (desfecho) em pacientes submetidos a essa tecnologia?”. Esta pergunta foi elaborada de acordo com a estratégia PICOS, acrônimo usado para a formulação de estratégias de pesquisa bem definidas (Higgins; Green, 2011; Page *et al.*, 2021).

P – *patient* ou população: pessoas com flacidez cutânea.

I – *intervention* ou intervenção: uso do laser de diodo em tecido subcutâneo.

C – *comparator* ou comparação: não uso de laser de diodo.

O – *outcome* ou desfecho/resultado – remodelação dérmica e rejuvenescimento.

S – *study design* ou tipos de estudos – ensaios clínicos, estudos observacionais do tipo série de casos, relato de caso.

3.2 Estratégias de busca e fontes de informação

O processo de busca e identificação de artigos originais para inclusão nessa revisão seguiu a declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas (Page *et al.*, 2021). A estratégia de busca utilizou termos que relacionam “pacientes”, “intervenção”, “comparação”, “resultado”, “tipos de estudos”, de acordo com os termos DeCs (Descritores em Ciências da Saúde),

termos MeSH (*Medical Subject Headings*) e termos Emtree (*Embase thesaurus subject headings*). A tabela 1 descreve os detalhes da estratégia de busca utilizando termos MeSH.

Tabela 1. Detalhes da estratégia de busca utilizando termos MeSH.

SEARCH NUMBER	QUERY	SEARCH DETAILS	RESULTS
1	"Lasers, Semiconductor"[Majr] OR "Semiconductor Laser*" [tiab] OR Semiconductor* [tiab] OR Diode [tiab] OR "Gallium Arsenide" [tiab] OR "GaAs Laser*" [tiab] OR "GaAlAs Laser*" [tiab] OR "Quantum Cascade" [tiab]	"lasers, semiconductor" [MeSH Major Topic] OR "semiconductor laser*" [Title/Abstract] OR "semiconductor*" [Title/Abstract] OR "Diode" [Title/Abstract] OR "Gallium Arsenide" [Title/Abstract] OR "gaas laser*" [Title/Abstract] OR "gaalas laser*" [Title/Abstract] OR "Quantum Cascade" [Title/Abstract]	93.824
2	"Skin" [Mesh] OR skin [tiab] OR dermal [tiab] OR dermatologic* [tiab] OR cutaneous [tiab] OR subcutaneous [tiab] OR cutis [tiab]	"Skin" [MeSH Terms] OR "Skin" [Title/Abstract] OR "dermal" [Title/Abstract] OR "dermatologic*" [Title/Abstract] OR "cutaneous" [Title/Abstract] OR "subcutaneous" [Title/Abstract] OR "cutis" [Title/Abstract]	1.046.076
3	remodel* [tiab] OR tighten* [tiab] OR "Rejuvenation" [Mesh] OR rejuvenat* [tiab] OR "anti aging" [tiab] OR "anti age" [tiab] OR antiaging [tiab] OR antiage [tiab] OR "Esthetics" [Mesh] OR esthetic* [tiab] OR aesthetic* [tiab] OR "Cosmetic Techniques" [Mesh:NoExp] OR Cosmetic* [tiab]	"remodel*" [Title/Abstract] OR "tighten*" [Title/Abstract] OR "Rejuvenation" [MeSH Terms] OR "rejuvenat*" [Title/Abstract] OR "anti aging" [Title/Abstract] OR "anti age" [Title/Abstract] OR "antiaging" [Title/Abstract] OR "antiage" [Title/Abstract] OR "Esthetics" [MeSH Terms] OR "esthetic*" [Title/Abstract] OR "aesthetic*" [Title/Abstract] OR "Cosmetic Techniques" [MeSH Terms:noexp] OR "cosmetic*" [Title/Abstract]	344.009
4	#1 AND #2 AND #3	("lasers, semiconductor" [MeSH Major Topic] OR "semiconductor laser*" [Title/Abstract] OR "semiconductor*" [Title/Abstract] OR "Diode" [Title/Abstract] OR "Gallium Arsenide" [Title/Abstract] OR "gaas laser*" [Title/Abstract] OR "gaalas laser*" [Title/Abstract] OR "Quantum Cascade" [Title/Abstract]) AND	268

```

("Skin"[MeSH Terms] OR
"Skin"[Title/Abstract] OR
"dermal"[Title/Abstract] OR
"dermatologic*"[Title/Abstract]
OR "cutaneous"[Title/Abstract]
OR
"subcutaneous"[Title/Abstract]
OR "cutis"[Title/Abstract]) AND
("remodel*"[Title/Abstract] OR
"tighten*"[Title/Abstract] OR
"Rejuvenation"[MeSH Terms] OR
"rejuvenat*"[Title/Abstract] OR
"anti aging"[Title/Abstract] OR
"anti age"[Title/Abstract] OR
"antiaging"[Title/Abstract] OR
"antiage"[Title/Abstract] OR
"Esthetics"[MeSH Terms] OR
"esthetic*"[Title/Abstract] OR
"aesthetic*"[Title/Abstract] OR
"Cosmetic Techniques"[MeSH
Terms:noexp] OR
"cosmetic*"[Title/Abstract])

```

Fonte: autores, 2024.

Os termos foram combinados utilizando os operadores booleanos “AND” e “OR”. Não foi utilizado limite de data para as publicações nem restrição para o idioma dos artigos.

Foram realizadas buscas nas seguintes bases de dados: *EMBASE*, *MEDLINE* e *SCOPUS* através das combinações dos termos. Ainda foram realizadas buscas nas plataformas Google Acadêmico e OPENGREY.EU – Grey Literature Database de trabalhos não publicados (chamada de literatura cinzenta). Além disso, referências dos artigos incluídos e de outras revisões relevantes e pertinentes ao tema abordado foram analisadas em busca de possíveis estudos para inclusão na presente revisão. As buscas nas bases de dados foram realizadas no período entre junho e agosto de 2024.

3.3 Critérios de elegibilidade

Foram definidos os seguintes critérios para identificar e selecionar os artigos:

Tipo de estudo: ensaio clínico randomizados ou não randomizados, estudos observacionais como estudos experimentais, série de casos e relato de caso relacionados ao uso do endolaser para rejuvenescimento da pele.

Tipo de participante: adultos de ambos os sexos, de qualquer faixa etária, sem

limites de etnia.

Tipo de intervenção: uso do laser de diodo em diferentes comprimentos de onda. Foi considerado como desfecho primário as diferenças observadas no nível de flacidez do tecido subcutâneo após o uso do laser de diodo e os diferentes comprimentos de onda utilizados.

Foram excluídos os estudos realizados em animais, *ex vivo*, revisões narrativas e integrativas, cartas de opinião, cartas ao editor, capítulos de livros, resumos de conferências, estudos que utilizaram o laser de diodo para outras finalidades (ablação venosa, epilação, redução de gordura corporal), além dos estudos sem dados disponíveis.

O processo da seleção foi realizado da seguinte de forma: após a pesquisa nas bases de dados, todas as referências foram transferidas para uma biblioteca do *software EndNote* (Thomson Reuters, Toronto, Canadá). A partir dessa biblioteca, os dados foram importados para a plataforma *Rayyan Software QCRI 27* (*Qatar Computin Research Institute*, Doha, Qatar) (OUZZANI et al., 2016), no qual ocorreu a remoção de duplicatas e o processo de triagem foi realizado. Ainda assim, uma verificação manual de todas as referências foi realizada para garantir que todas as duplicatas foram removidas, atendendo todos os critérios de elegibilidade do presente estudo. Os motivos da exclusão de estudos não selecionados foram registrados.

Foi utilizada a plataforma Rayyan para auxiliar na seleção dos estudos nas diferentes etapas. Dois revisores (FSAAG e JTA), para minimizar o viés de seleção dos estudos, trabalharam na mesma plataforma, mas de forma independente e com cegamento para que um não visse as decisões do outro em relação a seleção dos estudos obtidos nas buscas. No caso de dúvidas ou divergências entre os revisores, a inclusão ou exclusão do estudo foi decidida por discussão e um terceiro pesquisador avaliou os casos de desacordo.

3.4 Seleção dos estudos e coleta de dados

A pesquisa foi realizada em três fases, com os resultados avaliados de maneira independente, com a finalidade de testar a sensibilidade e especificidade da busca. Na primeira fase ocorreu a análise dos títulos dos estudos, para eliminar os títulos que não preencher as normas estabelecidas pelos critérios de inclusão do protocolo de pesquisa. A segunda etapa foi a

avaliação dos resumos dos estudos inicialmente selecionados. Na terceira fase foi realizada a análise dos textos completos, a qual compreendeu o preenchimento de um formulário de extração de dados próprio para esta pesquisa, que verificou a elegibilidade do estudo com base nos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos.

Foram obtidos nessa avaliação: autor, ano, país de origem do estudo, tipo de estudo, característica da população, intervenção, desfechos primários e secundários, anteriormente estabelecidos no protocolo de pesquisa. Os dados dos artigos originais selecionados foram retirados para a sistematização. O estudo que após a leitura completa for excluído, foi registrado o motivo de sua exclusão a fim de mencionar nos resultados da revisão as devidas causas, para a construção do fluxograma desta pesquisa.

3.5 Avaliação do risco de viés e qualidade dos estudos

A análise do risco de viés dos estudos incluídos aumenta a confiabilidade nos resultados de uma revisão sistemática. O texto da revisão foi estruturado de acordo com guia PRISMA (Page *et al.*, 2021), e o *Cochrane Handbook of Systematic Reviews of Interventions* (Higgins; Green, 2011).

A avaliação da qualidade de todos os estudos incluídos foi conduzida de forma independente por dois revisores utilizando a ferramenta de risco de viés, elaborado de acordo com as determinações do manual Cochrane (Higgins; Green, 2011). Cada estudo foi julgado como: baixo, alto ou incerto risco de viés baseado em cinco domínios: Geração da sequência randômica, ocultação da alocação, cegamento dos participantes e pesquisadores, cegamento dos avaliadores, dados incompletos do desfecho, relato seletivo e outras fontes de viés.

O sistema *Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation* (GRADE) é uma ferramenta que classifica a qualidade das evidências e a força das recomendações em saúde. O GRADE classifica a certeza das evidências em quatro níveis: alta, moderada, baixa, e muito baixa. Também classifica a importância relativa dos desfechos em uma escala de 1 a 9, dividindo-os em três categorias: crítico, importante ou pouco importante (Guyatt *et al.*, 2011).

Entre os aspectos que podem diminuir o nível de evidência estão a

qualidade metodológica (risco de viés), inconsistência dos resultados, evidências indiretas, imprecisão e viés de publicação. Estudos observacionais em geral apresentam evidência baixa. No entanto, alguns fatores podem elevar o nível de classificação como: gradiente de dose-resposta, magnitude do efeito e fatores confundidores que podem reduzir o efeito demonstrado ou aumentar um efeito não observado.

3.6 Análise dos dados obtidos

Devido ao número de estudos incluídos, a grande variância de exposições e medição de resultados, não foi possível realizar uma metanálise quantitativa. Para sintetizar sistematicamente os resultados dos estudos incluídos, foi escolhida uma abordagem de síntese narrativa, com os principais resultados extraídos dos estudos.

3.7 Aspectos éticos

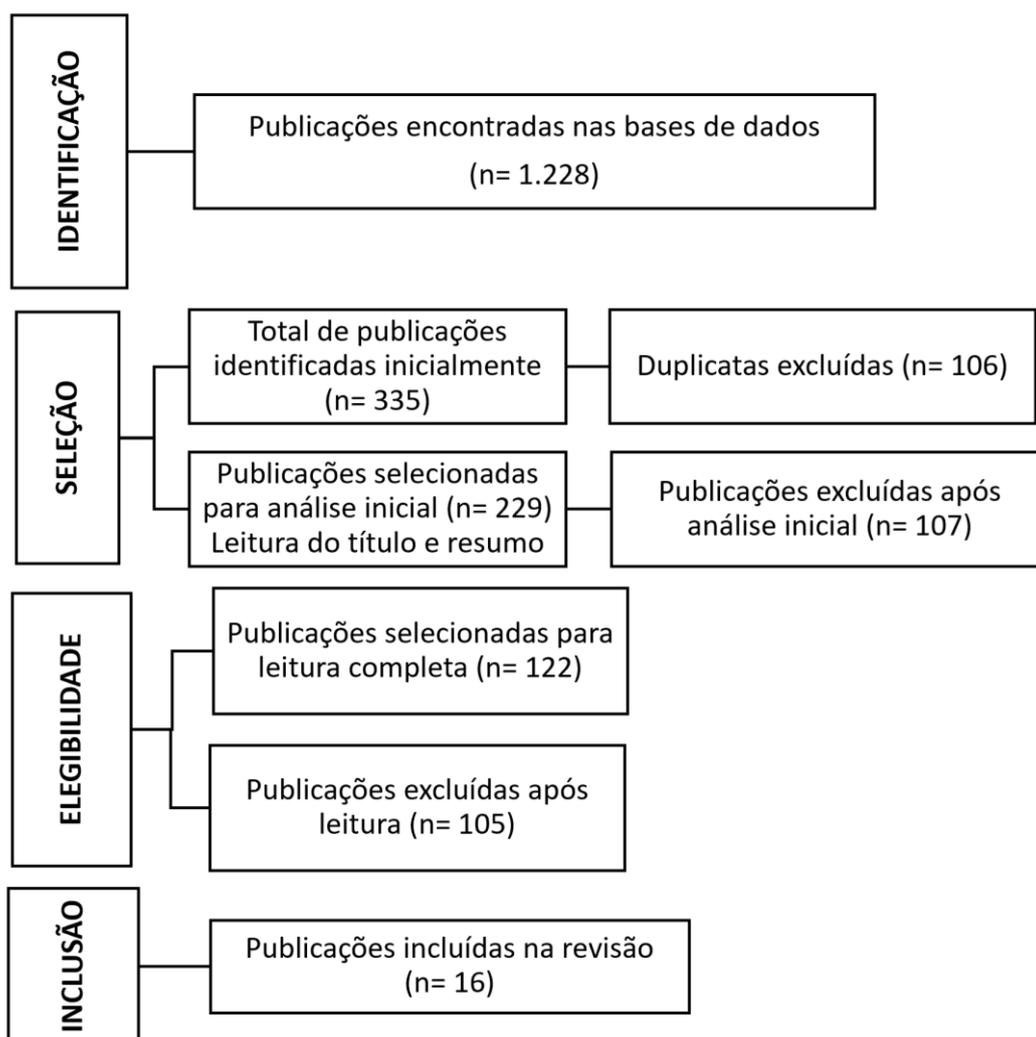
Esta pesquisa seguiu todas as normas estabelecidas de acordo com os princípios éticos. Como foram manipulados dados já publicados o presente estudo não necessitou ser submetido a avaliação de um comitê de ética.

Considerações éticas: Não há conflito de interesses na condução deste estudo.

4. RESULTADOS

Foram obtidos 1.228 estudos após as buscas. Foram excluídos 1.211 artigos por não se enquadrar nos critérios estabelecidos. Por fim, foram analisados e incluídos nesta revisão sistemática 16 estudos. A figura 1 evidencia os resultados obtidos em cada etapa da seleção.

Figura 1. Fluxograma da seleção dos estudos para esta revisão sistemática.



Fonte: autores, 2024.

A tabela 2 evidencia detalhes obtidos dos estudos incluídos nesta revisão sistemática.

Tabela 2. Estudos incluídos nesta revisão.

AUTOR, TÍTULO	TIPO DE ESTUDO	MÉTODO	INTERVENÇÃO	DESFECHO
Kulick, 2005. Evaluation of a combined laser-radio frequency device (Polaris WR) for the nonablative treatment of facial wrinkles.	Estudo clínico prospectivo	15 pacientes Combinação de radiofrequência (RF) e energia de laser de diodo (900 nm). Quanto maior a profundidade e a concentração das rugas, maior a configuração de RF. Variaram de 50-100 J/cm ² RF e 15 J/cm ² para o componente óptico de laser. 3 tratamentos de rosto inteiro	8 pacientes concluíram o estudo. 6 foram excluídos: 1 decidiu fazer a cirurgia, 2 acharam o tratamento muito doloroso e 3 se mudaram. Todos os pacientes apresentaram inchaço leve (resolvido em <48 horas) e hiperemia da pele (resolvida em <24 horas). Os resultados após um mês do último tratamento demonstraram uma redução média de 25% nas rugas da pele (variação de 14% a 32%).	A principal preocupação dos pacientes foi o desconforto associado ao tratamento. A redução não ablativa de rugas ou o endurecimento da pele são desejados por indivíduos que, idealmente, esperam ter a melhora da pele associada às técnicas ablativas químicas ou a laser, mas sem o processo de recuperação indesejável.
Lee <i>et al.</i> , 2007. A prospective, randomized, placebo-controlled, double-blinded, and split-face clinical study on LED phototherapy for skin rejuvenation: Clinical, profilometric, histologic, ultrastructural, and	Estudo comparativo, randomizado	76 pacientes (1 masculino e 75 femininos) com rugas faciais foram tratados com dispositivos de LED (<i>Light-Emitting Diodes</i> - Diodo Emissor de Luz) quase monocromáticos na metade direita de seus rostos. 4 grupos: Laser de diodo a 830 nm, 633 nm sozinho, combinação de 830 e 633 nm; ou uma luz de tratamento simulada, aplicado duas vezes por semana durante quatro semanas.	Reduções significativas de rugas (36%) e aumentos da elasticidade da pele (19%) em comparação a linha de base na face tratada nos três grupos de tratamento. Histologicamente, observou aumento acentuado na quantidade de fibras colágenas e elásticas em todos os grupos de tratamento. Fibroblastos altamente ativados, cercados por abundantes fibras elásticas e colágenas.	Fototerapia LED de 830 e 633 nm é uma abordagem eficaz para o rejuvenescimento da pele.

<p>biochemical evaluations and comparison of three different treatment settings.</p>				
<p>Leclère <i>et al.</i>, 2012.</p> <p>980-nm laser lipolysis (LAL): About 674 procedures in 359 patients.</p>	<p>Revisão de casos clínicos</p>	<p>674 procedimentos lipólise a laser (LAL) em 359 pacientes.</p> <p>LAL realizada com laser de diodo de 980 nm após anestesia tumescente.</p> <p>Configurações do laser: fibra óptica de 600 µm, modo contínuo, potência dependendo das áreas individuais do corpo (18-40 W).</p>	<p>Energia cumulativa média variou de 12 a 60 kJ.</p> <p>Equimoses foram observadas em todos os pacientes, mas foram resolvidas em menos de 10 dias.</p>	<p>Lipólise a laser de 980 nm foi uma alternativa segura, eficaz e reprodutível a lipoplastia convencional.</p> <p>No entanto, refinamentos em dosimetria devem ser desenvolvidos para otimizar os resultados.</p>
<p>Ramirez <i>et al.</i>, 2014.</p> <p>Short-flap facelift with 924 nm/975 nm laser lipolysis: a retrospective study of 78 patients.</p>	<p>Estudo clínico prospectivo</p>	<p>78 pacientes submetidos lipólise e lifting facial usando a técnica tradicional de plasmoplastia juntamente com lipólise assistida por laser de diodo de onda contínua de 924/975 nm.</p>	<p>Lipólise de onda contínua mostrou melhora notável.</p> <p>95% dos pacientes mostraram melhora.</p>	<p>O uso de laser de diodo de onda contínua de 924/975 nm mostra uma eficácia notável na lipólise da área sensível do queixo e pescoço.</p> <p>Este laser de comprimento de onda duplo apresenta um avanço revolucionário na realização de lifting facial e lipólise em pacientes com índice de massa corporal (IMC) mais alto.</p>
<p>Voravutinon <i>et al.</i>, 2015.</p>	<p>Estudo clínico prospectivo</p>	<p>30 pacientes, com classificação de flacidez da pele facial II-IV.</p>	<p>Melhoria significativa em 1 e 3 meses após o tratamento completo.</p>	<p>O laser de diodo (810 e 940 nm) é seguro e pode ser eficaz para o endurecimento da pele facial.</p>

Efficacy of diode laser (810 and 940 nm) for facial skin tightening.		4 sessões de tratamento a laser de diodo de 810 e 940 nm (MeDioStarNeXT) em intervalos de 3 semanas.	10% dos pacientes relataram dor leve ou eventos adversos menores. 98% dos pacientes ficaram satisfeitos com os tratamentos.	O tratamento de manutenção é necessário para sustentar o efeito do tratamento.
Wolfenson <i>et al.</i> , 2015. Laser lipolysis: skin tightening in lipoplasty using a diode laser.	Estudo prospectivo e transversal	41 pacientes submetidos a laser-lipólise com laser de diodo operando em dois comprimentos de onda (924 e 975 nm). Procedimento realizado sob anestesia local em ambiente cirúrgico. Para calcular a energia cumulativa ideal, uma dose total de energia de 5 kJ/10 × 10 cm de área de pele foi usada como um parâmetro de segurança para evitar complicações do tratamento.	Endurecimento ou rejuvenescimento significativo da pele em todos os pacientes, independentemente da área envolvida, e nenhuma complicação ocorreu.	A lipólise a laser resulta em endurecimento progressivo da pele ao longo do tempo.
McDaniel & Graham, 2018. Clinical study to assess the safety and efficacy of a 1060nm diode laser for treating the submental área.	Estudo clínico prospectivo	8 indivíduos voluntários saudáveis do sexo masculino ou feminino, entre 20 e 65 anos de idade apresentando gordura submentoniana significativa e um IMC ≤45.	Receberam 2 tratamentos (tempo de tratamento de 25 minutos para cada). Acompanhados por 12 semanas para classificação médica com base em uma escala de 5 pontos. Imagens digitais 2D e 3D foram tiradas.	Melhora média de: 21,5% em Lift 3,0% em Skin Tightening - rejuvenescimento 5,3% medidas de Minor Strain Median

				<p>Redução média de 5,6cc em volume.</p> <p>A redução na melhora da gordura submentoniana do contorno cosmético ocorreu em todos os sujeitos.</p>
<p>Wang <i>et al.</i>, 2021.</p> <p>Paired facial treatment with 755nm picosecond laser with diffractive lens array and 1060nm laser lipolysis of the submentum: An open-label prospective trial.</p>	<p>Estudo clínico prospectivo</p>	<p>11 indivíduos</p> <p>Idade média de 52,1 anos, e 81,8% eram mulheres.</p>	<p>Tratamento facial pareado com laser de picossegundos de 755 nm com ensaio de lentes difrativas e lipólise submentual com laser de diodo de 1060 nm.</p>	<p>O tratamento facial pareado melhorou os resultados estéticos submentual.</p> <p>Este tratamento demonstrou ser seguro, bem tolerado e bem aceito pelos indivíduos.</p>
<p>Ryu <i>et al.</i>, 2022.</p> <p>Triple-wavelength diode laser (755 nm, 810 nm, and 1064 nm): Preliminary efficacy and safety for skin-tightening</p>	<p>Estudo clínico prospectivo</p>	<p>13 pacientes</p> <p>idade média de 50,9 anos</p> <p>5 tratamentos sucessivos em intervalos de 2 semanas</p>	<p>Laser de diodo de comprimento de onda triplo (755 nm, 810 nm, 1064 nm)</p>	<p>Nova geração de colágeno na derme.</p> <p>Aumento no número de feixes elásticos espessos na junção dermo-epidérmica.</p>
<p>Wang <i>et al.</i>, 2022.</p> <p>Safety and efficacy of paired 1927 and</p>	<p>Estudo clínico prospectivo</p>	<p>14 pacientes receberam tratamentos faciais com o laser de diodo de 1927 e 1440 nm.</p>	<p>Receberam 4 tratamentos mensais e retornaram para acompanhamento após 1 mês.</p>	<p>Comprimentos de onda 1927 e 1440 nm demonstraram oferecer, separadamente, melhorias clínicas em vários parâmetros</p>

1440nm diode laser resurfacing during the same session.		92,9% eram mulheres, com idade média no início do tratamento de 47,9 anos.		estéticos faciais, incluindo fotoenvelhecimento, tamanho dos poros, textura da pele e linhas finas. Comprimento de onda de 1927 nm, a energia média foi de 150,2 J em um nível de tratamento alto (5 mJ; 6,3% de cobertura/4 passagens). Para o comprimento de onda de 1440 nm, a energia média foi de 172,5 J em um nível de tratamento alto (9 mJ; 6,1% de cobertura/4 passagens).
Wanitphakdeedecha <i>et al.</i> , 2022. The efficacy of noninvasive 1060-nm diode lasers for submental lipolysis: a pilot study.	Estudo prospectivo clínico	20 mulheres (idade 20 e 65 anos) com gordura submentoniana. única sessão de laser de diodo de 1060 nm com configuração de energia entre 0,95 e 1,40 W/cm ² , dependendo da tolerância de cada paciente.	A configuração média de energia foi de 0,95-1,40 W/cm ² , com uma pontuação de dor de 3,90 ± 1,30 em uma escala de 0 a 10.	Redução significativa na espessura da gordura submentoniana medida por ultrassom foi observada no mês 3 pós-tratamento (caindo para 0,46 ± 0,13; <i>P</i> = 0,013).
Almukhtar <i>et al.</i> , 2023. Efficacy and safety of intense pulsed light and nonablative fractional 1440-nm	Análise comparativa, randomizada	40 indivíduos, face dividida. 20 Grupo A (receberam IPL em um lado do rosto e IPL seguido pelo laser de diodo de 1440 nm no outro lado).	Luz intensa pulsada (LIP) e laser de diodo 1440 nm	No grupo combinado – 90% de melhorias em comparação a 84% e 83% nos grupos luz intensa pulsada e laser diodo de 1440 nm, respectivamente. O rejuvenescimento foi

diode laser to a combination of the 2 modalities for facial rejuvenation.		20 Grupo B (receberam laser de diodo de 1440 nm em um lado do rosto e IPL seguido pelo laser de diodo de 1440 nm no outro lado).	significativamente melhor utilizando laser de diodo 1440 nm e nos grupos combinados de luz intensa pulsada e laser de diodo de 1440 nm, considerado seguro e eficaz, resultando em maior satisfação dos participantes.	
Kim <i>et al.</i> , 2023. Lower eyelid blepharoplasty combined with ultrasound-guided percutaneous diode laser lipolysis: evaluating effectiveness with long-term outcome.	Estudo prospectivo clínico	261 pacientes foram submetidos a blefaroplastia inferior a laser de diodo guiada por ultrassom. Em comprimentos de onda de 1470 nm, energia total de 49J-510 J (média = 228,31 J). Ou comprimentos de onda de 1064 nm, energia total de 45-297 J (média = 127,68 J).	Comprimento de onda de 1470 nm foi usado para redução de gordura orbital (energia máxima de 300 J). Comprimento de onda de 1064 nm foi usado para rugas da pele da pálpebra inferior (energia máxima de 200 J).	Lipólise a laser pode ser considerada para remoção seletiva do excesso de gordura orbital por meio de blefaroplastia inferior minimamente invasiva. 14 pacientes apresentaram complicações, incluindo 9 casos de hipestesia transitória (3,45%) e 3 queimaduras térmicas da pele (1,15%). Lipólise a laser guiada por ultrassom é um procedimento rápido e seguro, e que pode ser realizado em ambulatório.
Mota <i>et al.</i> , 2023. Photobiomodulation reduces periocular wrinkle volume by 30%: a randomized controlled trial.	Ensaio clínico randomizado e controlado	137 mulheres (40–65 anos). Face dividida, fototipos de pele II–IV e tipos II–IV da escala de fotoenvelhecimento de Glogau.	10 sessões por 4 semanas de fotobiomodulação vermelho (660 nm) e âmbar (590 nm) (3,8 J/cm ²), uma em cada lado da face.	Houve redução significativa no volume das rugas após fotobiomodulação vermelho (31,6%) e âmbar (29,9%). Nenhum dos tratamentos melhorou a hidratação e a viscoelasticidade da pele. Fotobiomodulação, tanto em

				comprimentos de onda vermelho quanto âmbar, é uma ferramenta eficaz para rejuvenescimento, produzindo uma redução de 30% no volume das rugas.
Benar & Benar, 2024. A new nonsurgical combination approach for skin tightening and remodeling; endoskin-a comparative study.	Estudo comparativo	234 participantes 210 (87,5%) mulheres 24 (12,5%) homens. Média de idade 41,2 anos (32 a 52 anos).	Grupo A: 117 pacientes, receberam uma seção de EndoSkin, terapia a laser de diodo de 1470 nm. Grupo B: 117 pacientes, receberam tratamento combinado: Endoskin + ácido poli-L-láctico injetável (PLLA) na mesma seção.	Os resultados ressaltam a eficácia, segurança e o potencial do EndoSkin como uma opção não cirúrgica para o rejuvenescimento e a remodelação da pele. A transformação gradual e harmoniosa se alinha com o envelhecimento natural, posicionando o Endoskin como uma escolha atraente para aqueles que buscam mudanças sutis, mas impactantes.
Nilforoushzhadeh <i>et al.</i> , 2024. The endo-lift laser (intralesional 1470 nm diode laser) for dermatological aesthetic conditions: a systematic review.	Revisão sistemática	Global	23 estudos incluídos na revisão	Método endo-lift a laser para rejuvenescimento, incluindo lifting facial e de pescoço, melhora da flacidez da pele e desaparecimento de rugas, dobras e linhas, demonstrou eficácia favorável e perfil de segurança. A maioria dos estudos mostrou que o método endo-lift a laser é promissor na eliminação do tecido adiposo na papada, abdômen, coxas e braços.

A técnica endo-lift a laser também foi eficaz na remodelação do nariz e procedimentos blefaroplásticos, incluindo o tratamento de ptose de pálpebras e sobrancelhas, bolsas oculares, posição das sobrancelhas e flacidez palpebral.

A técnica de endo-lift laser tem efeitos terapêuticos e é recomendada para várias indicações estéticas dermatológicas.

Mais estudos clínicos com grupos de controle e tamanhos de amostra maiores são necessários para adquirir evidências mais confiáveis.

5. DISCUSSÃO

Nesta revisão sistemática 16 estudos foram analisados na íntegra. De maneira geral, ainda não há um consenso sobre qual o melhor comprimento de onda para se utilizar no laser de diodo com o objetivo de rejuvenescimento da pele. Todos os estudos incluídos nesta revisão são conclusivos em dizer que o laser de diodo promove o rejuvenescimento da pele e atua na lipólise do tecido adiposo a laser.

Kulick (2005) utilizando o laser de diodo a 900 nm (média foi 15 J/cm²), para rugas faciais observou 25% de redução das rugas após 1 mês do final do tratamento. Lee *et al.* (2007), observaram reduções significativas de rugas (36%) e aumentos da elasticidade da pele (19%) tratada nos três grupos de tratamento com 830 e 633 nm, considerando como uma abordagem eficaz para o rejuvenescimento da pele (Mineroff *et al.*, 2023).

Leclère *et al.* (2012), revisaram 674 procedimentos de lipólise a laser em 359 pacientes, realizada com laser de diodo de 980 nm após anestesia tumescente, utilizando fibra óptica de 600 µm, modo contínuo, potência de 18-40 W, e energia cumulativa média de 12 a 60 kJ. Ressaltam que equimoses foram observadas em todos os pacientes, mas foram resolvidas em menos de 10 dias. Concluíram que a lipólise a laser de 980 nm foi uma alternativa segura, eficaz e reprodutível quando comparada a lipoplastia convencional. No entanto, refinamentos em dosimetria deveriam ser desenvolvidos para otimizar os resultados obtidos (Wollina & Goldman, 2020; Kamamoto *et al.*, 2022).

O estudo de Youn e Holcomb (2013), não foi incluído na presente revisão devido aos critérios estabelecidos na seleção dos estudos. Todavia, compararam três comprimentos de onda (1064, 1320 e 1444 nm) e demonstraram que para a mesma energia o laser a 1444 nm foi capaz de destruir três vezes mais tecido adiposo em comparação ao de 1064 nm, e que o índice de confinamento térmico a 1444 nm é o mais alto, aquece muito mais como já era esperado. Os autores ressaltam que a dissipação do calor com o laser a 1470 nm seria muito baixa, em comparação aos outros comprimentos de onda, o que aumenta os riscos de queimaduras quando utilizados por um profissional inexperiente (Ferreira *et al.*, 2021; Piccolo *et al.*, 2023).

Ramirez *et al.* (2014), realizaram estudo clínico prospectivo com lipólise

assistida por laser de diodo de onda contínua de 924/975 nm. Observaram 95% de melhora notável dos pacientes utilizando onda contínua de laser na área do queixo e pescoço. Relatam que este laser de comprimento de onda duplo apresentou um avanço revolucionário na realização de *lifting* facial e lipólise em pacientes com índice de massa corporal (IMC) mais alto.

Voravutinon *et al.* (2015), realizaram 4 sessões de tratamento a laser de diodo de 810 e 940 nm e 98% dos pacientes ficaram satisfeitos com os resultados do tratamento. O laser de diodo (810 e 940 nm) é seguro e pode ser eficaz para o rejuvenescimento da pele facial. Os autores ressaltam que um tratamento de manutenção é necessário para sustentar o efeito obtido. Wolfenson *et al.* (2015), avaliaram pacientes submetidos a laser-lipólise com laser de diodo operando em dois comprimentos de onda (924 e 975 nm, com uma dose total de energia de 5 kJ/10 × 10 cm de área de pele). Observaram o rejuvenescimento significativo da pele em todos os pacientes, independentemente da área envolvida, e nenhuma complicação ocorreu.

McDaniel & Graham (2018), observaram que após o tratamento houve melhora média de 21,5% em *Lift* – sustentação e 3% em *Tightening* – rejuvenescimento, além de uma redução no volume da área tratada. A redução melhorou a gordura submentoniana proporcionando um contorno estético em todos os pacientes tratados. Wang *et al.* (2021), relatam que o tratamento facial com laser de diodo a 755 e 1060 nm na lipólise submental melhorou os resultados estéticos. E que este tratamento demonstrou ser seguro, bem tolerado e bem aceito pelos indivíduos.

Ryu *et al.* (2022), promoveram 05 tratamentos sucessivos em intervalos de 02 semanas utilizando laser de diodo de comprimento de onda triplo (755 nm, 810 nm, 1064 nm). Observaram nos resultados uma nova geração de colágeno na derme, e aumento no número de feixes elásticos espessos na junção dermo-epidérmica.

Wang *et al.* (2022), utilizaram o laser de diodo com os comprimentos de onda de 1927 e 1440 nm nos tratamentos faciais e observaram que esses comprimentos oferecerem, separadamente, melhorias clínicas em vários parâmetros estéticos faciais, incluindo fotoenvelhecimento, tamanho dos poros, textura da pele e linhas finas. O comprimento 1927 nm, a energia média foi de 150,2 J em um nível de tratamento alto (5 mJ; 6,3% de cobertura/4 passagens).

Para o comprimento de onda de 1440 nm, a energia média foi de 172,5 J em um nível de tratamento alto (9 mJ; 6,1% de cobertura/4 passagens). Provavelmente essa diferença na potência ou energia utilizada promoveram essas diferenças observadas (Mandour *et al.*, 2021).

Wanitphakdeedecha *et al.* (2022), trataram mulheres com gordura submentoniana, em uma única sessão de laser de diodo de 1060 nm com configuração de energia entre 0,95 e 1,40 W/cm². Houve uma redução significativa na espessura da gordura submentoniana medida por ultrassom observada no 3º mês pós-tratamento (caindo para 0,46 ± 0,13; p=0,013).

Almukhtar *et al.* (2023), trataram pacientes com luz intensa pulsada e laser de diodo a 1440 nm. Observaram no grupo combinado (luz intensa pulsada + laser de diodo) 90% de melhorias em comparação a 84% e 83% nos grupos luz intensa pulsada e laser diodo de 1440 nm usados isoladamente, respectivamente. O rejuvenescimento foi significativamente melhor utilizando laser de diodo 1440 nm e nos grupos combinados de luz intensa pulsada e laser de diodo de 1440 nm. Esse protocolo de tratamento foi considerado seguro e eficaz, resultando em maior satisfação dos participantes. No entanto, a luz intensa pulsada não é um laser.

Kim *et al.* (2023), analisaram 261 pacientes submetidos a blefaroplastia inferior a laser de diodo em comprimento de onda de 1470 nm usado para redução de gordura orbital, com energia total de 49J-510 J (média = 228,31 J); ou comprimento de onda de 1064 nm usado para rugas da pele da pálpebra inferior, com energia total de 45-297 J (média = 127,68 J). Observaram que a lipólise a laser pode ser utilizada para remoção seletiva do excesso de gordura orbital por meio de blefaroplastia inferior minimamente invasiva, sem distinção nos resultados observados entre os comprimentos de onda do laser de diodo.

Mota *et al.* (2023), aplicaram tratamento a laser a 660 nm e 590 nm (3,8 J/cm²), uma em cada lado da face dos pacientes. Relatam que houve redução significativa no volume das rugas após a fotobiomodulação (31,6% e 29,9% respectivamente). Benar & Benar (2024), utilizando laser de diodo de 1470 nm, confirmaram a eficácia, segurança e o potencial do EndoSkin como uma opção não cirúrgica para o rejuvenescimento e a remodelação da pele (Daggett *et al.*, 2020). Ressaltam que a transformação gradual e harmoniosa se alinha com o envelhecimento natural, posicionando o EndoSkin como uma escolha atraente

para aqueles que buscam mudanças sutis, mas impactantes.

Nilfroushzadeh *et al.* (2024), numa revisão sistemática de 23 estudos utilizando laser de diodo observaram que o método endo-lift a laser para rejuvenescimento, incluindo *lifting* facial e de pescoço, melhora da flacidez da pele e desaparecimento de rugas, dobras e linhas, demonstrou eficácia favorável e segurança. A maioria dos estudos analisados pelos autores mostrou que o método endo-lift a laser é promissor na eliminação do tecido adiposo na papada, abdômen, coxas e braços. Essa técnica do endo-lift a laser também foi eficaz na remodelação do nariz e procedimentos blefaroplásticos, incluindo o tratamento de ptose de pálpebras e sobrancelhas, bolsas oculares, posição das sobrancelhas e flacidez palpebral. A técnica de endo-lift laser tem efeitos terapêuticos e é recomendada para várias indicações estéticas dermatológicas. No entanto, ressaltam que mais estudos clínicos com grupos de controle e tamanhos de amostra maiores são necessários para adquirir evidências mais confiáveis.

Observa-se, na análise dos estudos, que avanços preciosos já ocorreram nos equipamentos de laser de diodo. A interação do laser com o tecido é bastante semelhante em 980 nm e 1064 nm com as mesmas configurações de energia. Como volumes maiores de gordura podem ser removidos com maior energia total, um laser de diodo de 980 nm de alta potência pode oferecer uma alternativa ao laser Nd:YAG (do inglês *neodymium-doped yttrium aluminium garnet*) de 1064 nm (Leclère *et al.* 2014; Kamamoto *et al.*, 2022; Ryu *et al.*, 2022). A aplicação do laser de diodo de 1470 nm com os seguintes parâmetros: modo contínuo, potência de 15 W e transmissão através de uma fibra óptica de 600 µm, mostrou-se eficaz, sendo necessário 0,1 kJ para destruir 1 mL de gordura (Ferreira *et al.*, 2021; Heller *et al.*, 2022; Kim *et al.*, 2023).

A lipólise a laser é uma técnica que apresenta vários benefícios positivos do laser, incluindo retração da pele e redução do sangramento intraoperatório. Os estudos que comparam os comprimentos de ondas analisando o tecido na histologia relatam que em configurações de baixa energia, adipócitos tumescentes são observados. Já em configurações de energia mais altas, observa-se retração citoplasmática, ruptura de membranas e fibras de colágeno coaguladas pelo calor, além de células sanguíneas coaguladas presentes (Cohen *et al.*, 2020). No caso de configurações de energia mais altas, a

carbonização do tecido adiposo envolvendo fibras e membranas foi claramente observada (Benar & Benar, 2024; Nilforoushzadeh *et al.*, 2024).

O resultado clínico após o tratamento com laser de diodo geralmente é visto gradualmente em 2 a 6 meses (Moura *et al.*, 2023). O número e a duração do procedimento dependem da gravidade da frouxidão da pele e do tamanho da área a ser tratada, respectivamente. Além disso, genes envolvidos na matriz extracelular e adesão celular, citocinas e quimiocinas inflamatórias, fatores de crescimento e transdução de sinal são estimulados e/ou inibidos com o uso do laser (Kandan *et al.*, 2020).

Estudos que realizaram a irradiação de células a 660 nm observaram que esse comprimento de onda modulou a expressão de genes envolvidos na produção de colágeno, adesão celular, remodelação e disseminação, genes do citoesqueleto, citocinas e quimiocinas inflamatórias, fatores de crescimento e moléculas envolvidas na transdução de sinal. Ainda observou que exerceu efeitos antienvhecimento, aumentou a síntese de pro-colágeno tipo 1 e diminuiu a expressão de metaloproteinase de matriz (MMP) 1 e MMP2 em fibroblastos da pele (Illescas-Montes *et al.*, 2019). Diminuiu os níveis de expressão de genes inflamatórios, como a ciclooxigenase-2 (COX-2) e a interleucina-1- α (IL-1 α) em queratinócitos. Aumentou moderadamente a proliferação de queratinócitos e manteve a morfologia inalterada, com um potencial livre de alergias no tecido humano (Kandan *et al.*, 2020; Amer *et al.*, 2021; Lotfi *et al.*, 2023).

Avanços recentes na tecnologia do laser permitem o aquecimento seletivo do colágeno na camada dérmica, levando a contração inicial e ao espessamento do tecido conjuntivo com fibras de colágeno (Ignatieva *et al.*, 2019). Essa mudança inicial é seguida pela formação de novo colágeno, o que resulta em uma aparência de pele mais firme e suave, teoricamente (Derman *et al.*, 2020; Dell'avanzato, 2022; Borges *et al.*, 2023).

O laser de diodo de 1060 nm atinge temperaturas hipertérmicas dentro do tecido adiposo promovendo a lipólise, atingindo efetivamente os adipócitos indesejados, poupando a pele sobrejacente e os anexos (Youn & Holcomb, 2013; Wang *et al.*, 2021). Estudos observaram um aumento máximo de temperatura avaliado na epiderme em média de 7,4°C para o laser de 532 nm; 0,8°C para o laser de 975 nm; e 0,6°C para o laser de 1064 nm (mesma exposição radiante

de 1 J/cm²) (Ryu *et al.*, 2022; Kim *et al.*, 2023).

O processo natural de envelhecimento, conhecido como envelhecimento cronológico da pele, é uma combinação de fatores genéticos com propriedades inatas da pele, do fototipo de pele, espessura da pele, efeito hormonal etc. As alterações observadas no envelhecimento cronológico incluem degeneração das fibras elásticas e de colágeno do tecido conjuntivo, afinamento e ressecamento da pele, diminuição do crescimento capilar, perda de melanócitos e aumento das glândulas sebáceas (Ignatieva *et al.*, 2019). Infelizmente, estas alterações não são passíveis de modificação.

Por outro lado, fatores externos como exposição crônica a luz ultravioleta (UV), tabagismo, expressão facial excessiva (mímica e caretas) e ambiente com baixa umidade também são causas importantes do envelhecimento da pele (Moura *et al.*, 2023). Entre eles, o fotoenvelhecimento é considerado o mais importante. As características da pele fotoenvelhecida consistem em pele espessada, pigmentação irregular, aparecimento de lentigos ou telangiectasias e desenvolvimento de tumores de pele.

Alterações como rugas são mais predominantes em indivíduos de pele mais clara, assim como a flacidez das bochechas, boca ou mandíbula, perda da aparência de plenitude, elastose (degeneração e enfraquecimento das fibras de elastina), e telangiectasias (são pequenas veias dilatadas que se tornam visíveis na pele). Alterações de fotoenvelhecimento na pele podem ser reconhecidas e tratadas com sucesso com tecnologia não ablativa com risco e tempo de recuperação mínimos (Choi & Yi, 2024).

As limitações deste estudo estão relacionadas aos poucos estudos realizados com critérios científicos metodológicos bem definidos e detalhados nos artigos. Infelizmente, muitos estudos foram excluídos nas análises devido à dificuldade em obtenção do texto completo (artigos de acesso restrito), artigos cujo desenho experimental não definiu detalhes estabelecidos nos critérios de inclusão, além daqueles estudos de qualidade duvidosa.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O laser de diodo é uma das tecnologias não ablativas que surgiram para atender a demanda por tratamentos da pele envelhecida sem a necessidade de um longo tempo de recuperação. À medida que essas tecnologias continuam a evoluir e melhorar, os equipamentos são desafiados a novas expectativas, além de estabelecer novas metas e bater as antigas limitações do tratamento de rejuvenescimento.

Apesar de todas as análises minuciosas realizadas nos estudos encontrados e nos incluídos na presente revisão sistemática, ainda não há um consenso sobre qual comprimento de onda seja o melhor ou o mais indicado para uso no endolaser com objetivo de rejuvenescimento da pele. Os dados fornecem *insights* sobre os efeitos antienvelhecimento da irradiação do laser de diodo na pele humana.

Uma revisão sistemática avalia dados provenientes da literatura científica e os resumem de forma crítica, elucidando os resultados que poderiam ser opostos quando analisados isoladamente em cada artigo original. Proporciona uma redução das tendenciosidades na análise de dados da literatura devido a sistematização e transparência necessárias para a sua execução. A sistematização permite a identificação de artigos que possam responder à pergunta de interesse clínico. A resposta, sem tendenciosidades, pode ser usada na tomada de decisão, na resolução dos agravos a saúde, e por pacientes, uma vez que alguns periódicos usam os dados das revisões sistemáticas em seção especialmente voltada para o usuário.

A hierarquia dos estudos classifica as revisões sistemáticas como o mais alto nível de evidência científico. Fazem análises críticas sobre a metodologia empregada nos estudos e observam principalmente os vieses encontrados nos estudos analisados. Têm sido usadas como uma ferramenta importante para a tomada de decisões na prática clínica por todas as especialidades.

Assim, a presente revisão sistemática identificou lacunas no conhecimento sobre os comprimentos de onda utilizados no laser de diodo em tratamentos de rejuvenescimento da pele. Novos estudos devem ser conduzidos com metodologia rigorosa e bem detalhada, a fim de abordar as novidades no tratamento para todos os tipos de pele utilizando laser de diodo.

REFERÊNCIAS

Abergel RP, Meeker CA, Dwyer RM, Lesavoy MA, Uitto J. Nonthermal effects of ND:YAG laser on biological functions of human skin fibroblasts in culture. *Lasers Surg Med.* 1984; 3(4):279-84. doi: 10.1002/lsm.1900030403.

Almukhtar RM, Wood ES, Fabi SG. Efficacy and safety of intense pulsed light and nonablative fractional 1440-nm diode laser to a combination of the 2 modalities for facial rejuvenation. *Dermatol Surg.* 2023; 49(1):42-47. doi: 10.1097/DSS.0000000000003657.

Altshuler GB, Anderson RR, Manstein D, Zenzie HH, Smirnov MZ. Extended theory of selective photothermolysis. *Lasers Surg Med.* 2001; 29(5):416-32. doi: 10.1002/lsm.1136.

Amer RI, Ezzat SM, Aborehab NM, Ragab MF, Mohamed D, Hashad A, Attia D, Salama MM, El Bishbishy MH. Downregulation of MMP1 expression mediates the anti-aging activity of *Citrus sinensis* peel extract nanoformulation in UV induced photoaging in mice. *Biomed Pharmacother.* 2021; 138:111537. doi: 10.1016/j.biopha.2021.111537.

Arslan Ü, Çalık E, Tort M, Yıldız Z, Tekin Aİ, Limandal HK, Kaygın MA, Dağ Ö, Erkut B. More Successful Results with Less Energy in Endovenous Laser Ablation Treatment: Long-term Comparison of Bare-tip Fiber 980 nm Laser and Radial-tip Fiber 1470 nm Laser Application. *Ann Vasc Surg.* 2017; 45:166-172. doi: 10.1016/j.avsg.2017.06.042.

Bashkatov AN, Genina EA, Kochubey VI, Tuchin VV. Optical properties of human skin, subcutaneous and mucous tissues in the wavelength range from 400 to 2000 nm. *Journal of Physics D: Applied Physics,* 2005; 38(15): 2543. doi: 10.1088/0022-3727/38/15/004

Benar H, Benar EB. A new nonsurgical combination approach for skin tightening and remodeling; Endoskin-A comparative study. *J Cosmet Dermatol.* 2024; 23(8):2574-2580. doi: 10.1111/jocd.16306.

Booth A, Clarke M, Dooley G, Gherzi D, Moher D, Petticrew M, Stewart L. The nuts and bolts of PROSPERO: an international prospective register of systematic reviews. *Syst Rev.* 2012; 9; 1:2. doi: 10.1186/2046-4053-1-2.

Borges FS, Jahara RS, Meyer PF, Almeida ACT, Almeida M, Mendonça AC. Complications from laser Endolift use: Case series and literature review. *World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences*, 2023; 16(3), 023-041. doi: <https://doi.org/10.30574/wjbphs.2023.16.3.0496>.

Campos JH, Cavalcante NBG, Souza DM. Lipoplastia submentoniana para rejuvenescimento cervical. *Aesthetic Orofacial Science*, 2022; 3(1):84-94, doi: 10.51670/aos.v3i1.90.

Choi J, Yi KH. Using multiple wavelengths in order to improve the facial contouring procedure by the lipolysis and sculpting. *J Cosmet Dermatol.* 2024; 23(2):464-469. doi: 10.1111/jocd.16021.

Cohen S, Dominsky O, Artzi O, Dayan E, Eckstein J. Deep layer radiofrequency thermo-coagulative technology for cervicofacial contouring: sonographic and clinical results. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2020; 8(12):e3286. doi: 10.1097/GOX.0000000000003286.

Daggett C, Daggett A, McBurney E, Murina A. Laser safety: the need for protocols. *Cutis.* 2020; 106(2):87-92. doi: 10.12788/cutis.0025.

Dell'Avanzato, R. Endolift: Subcision laser-assistita per le cicatrici da acne. *L'Ambulatorio Medico*, n. 62 maggio - mayo 2021. Disponível em: https://issuu.com/ambulatorio-medico/docs/am_maggio_21/s/12304685

Dell'Avanzato, R. Endolift®: the "lunch-time" laser lifting for the lower eyelids. *Laser Therapy*, 2022; 29(2). doi: <https://doi.org/10.4081/ltj.2022.307>

Derman İD, Şenel EC, Ferhanoğlu O, Çilesiz İ, Kazancı M. Effect of heat level and expose time on denaturation of collagen tissues. *Cell Mol Bioeng.* 2020; 14(1):113-119. doi: 10.1007/s12195-020-00653-w.

Ferreira MB, Galego GDN, Nazário NO, Franklin RN, Silveira PG, Bortoluzzi CT, Ishikawa D, Wolf F. Use of 1,470 nm laser for treatment of superficial venous insufficiency. *J Vasc Bras.* 2021; 20:e20200244. doi: 10.1590/1677-5449.200244.

Fritz K, Salavastru C, Tiplica GS. Mikro-versus makrofokussierter Ultraschall zum Bodycontouring [Microfocussed vs. macrofocussed ultrasound for body contouring]. *Dermatologie (Heidelb).* 2023; 74(10):753-758. German. doi: 10.1007/s00105-023-05199-2.

Guyatt G, Oxman AD, Akl EA, Kunz R, Vist G, Brozek J, Norris S, Falck-Ytter Y, Glasziou P, DeBeer H, Jaeschke R, Rind D, Meerpohl J, Dahm P, Schünemann HJ. GRADE guidelines: 1. Introduction-GRADE evidence profiles and summary of findings tables. *J Clin Epidemiol.* 2011; 64(4):383-94. doi: 10.1016/j.jclinepi.2010.04.026.

Heller L, Menashe S, Plonski L, Ofek A, Pozner JN. 1470-nm Radial fiber-assisted liposuction for body contouring and facial fat grafting. *J Cosmet Dermatol.* 2022; 21(4):1514-1522. doi: 10.1111/jocd.14767.

Higgins JPT, Green S. The Cochrane Collaboration. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions, Version 5.1.0.* 2011. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2011. Disponível em: <http://handbook.cochrane.org>

Ignatieva N, Zakharkina O, Dadasheva A, Shekhter A, Sviridov A, Lunin V. Transformation of the dermal collagen framework under laser heating. *J Biophotonics.* 2019; 12(12):e201960024. doi: 10.1002/jbio.201960024.

Illescas-Montes R, Melguizo-Rodríguez L, García-Martínez O, Luna-Bertos E, Manzano-Moreno FJ, Ruiz C, Ramos-Torrecillas J. Human fibroblast gene expression modulation using 940 nm diode laser. *Sci Rep.* 2019; 9(1):12037. doi: 10.1038/s41598-019-48595-2.

Kamamoto F, Ferrari Neto O, Reis JOG, Santos CEC, Miliou T. Técnica termoguiada de lipólise e retração da pele com laser diodo 980nm. *Revista Brasileira de Cirurgia Plástica,* 2022; 36(1): 2-8.

Kandan PV, Balupillai A, Kanimozhi G, Khan HA, Alhomida AS, Prasad NR.

Opuntiol prevents photoaging of mouse skin via blocking inflammatory responses and collagen degradation. *Oxid Med Cell Longev*. 2020; 2020:5275178. doi: 10.1155/2020/5275178.

Kim DY, Han HJ, Sohn BS, Shim HS. Lower eyelid blepharoplasty combined with ultrasound-guided percutaneous diode laser lipolysis: evaluating effectiveness with long-term outcome. *Lasers Med Sci*. 2023; 38(1):78. doi: 10.1007/s10103-023-03739-9.

Kulick M. Evaluation of a combined laser-radio frequency device (Polaris WR) for the nonablative treatment of facial wrinkles. *J Cosmet Laser Ther*. 2005; 7(2):87-92. doi: 10.1080/14764170500205826.

Leclère FM, Moreno-Moraga J, Alcolea JM, Casoli V, Mordon SR, Vogt PM, Trelles MA. Laser assisted lipolysis for neck and submental remodeling in Rohrich type I to III aging neck: a prospective study in 30 patients. *J Cosmet Laser Ther*. 2014; 16(6):284-9. doi: 10.3109/14764172.2014.946053.

Leclère FM, Trelles M, Moreno-Moraga J, Servell P, Unglaub F, Mordon SR. 980-nm laser lipolysis (LAL): About 674 procedures in 359 patients. *J Cosmet Laser Ther*. 2012; 14(2):67-73. doi: 10.3109/14764172.2012.670704.

Lee SY, Park KH, Choi JW, Kwon JK, Lee DR, Shin MS, Lee JS, You CE, Park MY. A prospective, randomized, placebo-controlled, double-blinded, and split-face clinical study on LED phototherapy for skin rejuvenation: Clinical, profilometric, histologic, ultrastructural, and biochemical evaluations and comparison of three different treatment settings. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 2007; 88(1):51-67. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2007.04.008>.

Li K, Nicoli F, Cui C, Xi WJ, Al-Mousawi A, Zhang Z, Balzani A, Neill L, Sorge R, Tong Y, Zhang Y. Treatment of hypertrophic scars and keloids using an intralesional 1470 nm bare-fibre diode laser: a novel efficient minimally-invasive technique. *Sci Rep*. 2020; 10(1):21694. doi: 10.1038/s41598-020-78738-9.

Li K, Nicoli F, Xi WJ, Zhang Z, Cui C, Al-Mousawi A, Balzani A, Tong Y, Zhang Y. The 1470 nm diode laser with an intralesional fiber device: a proposed solution

for the treatment of inflamed and infected keloids. *Burns Trauma*. 2019; 7:5. doi: 10.1186/s41038-019-0143-6.

Longo L, Dell'Avanzato R, Longo D. ENDOLIFT® and multi-wavelength laser photobiomodulation: a randomized controlled trial study on 96 subjects, treating skin laxity of the lower third of the face. *Laser Therapy*, 2022; 29(1):115-120. doi: <https://doi.org/10.4081/ltj.2022.298>.

Lotfi E, Ahramiyanpour N, Khosravi S, Salehi B, Gröne D. Endolift laser as new non-surgical technique for nose remodeling. *J Cosmet Dermatol*. 2022; 21(11):5704-5708. doi: 10.1111/jocd.15303.

Lotfi E, Dell'Avanzato R, Ahramiyanpour N, Shadmanyazdi F, Khosravi S. Evaluation of eyebrow position and upper eyelid laxity after endolift laser treatment. *Skin Res Technol*. 2023; 29(10):e13498. doi: 10.1111/srt.13498.

Luo QF. Application of intratissue laser ablation in facial morphological modification. *Photobiomodul Photomed Laser Surg*. 2023; 41(4):182-188. doi: 10.1089/photob.2022.0145.

Mandour S, El-Tatawy RA, Alborgy AF, Elghamry S. Efficacy and safety of 1440-nm Nd:YAG laser on lower face and neck rejuvenation. *Lasers Med Sci*. 2021; 36(6):1267-1274. doi: 10.1007/s10103-020-03177-x.

McDaniel DH, Graham PM. Clinical study to assess the safety and efficacy of a 1060nm diode laser for treating the submental area. 2018. *Lasers in Surgery and Medicine*. 2018; 50(4):372.

Mineroff J, Austin E, Feit E, Ho A, Lowe B, Marson J, Mojeski J, Wechter T, Nguyen JK, Jagdeo J. Male facial rejuvenation using a combination 633, 830, and 1072 nm LED face mask. *Arch Dermatol Res*. 2023; 315(9):2605-2611. doi: 10.1007/s00403-023-02663-w.

Mota LR, Duarte IDS, Galache TR, Pretti KMDS, Neto OC, Motta LJ, Horliana ACRT, Silva DFTD, Pavani C. Photobiomodulation reduces periocular wrinkle volume by 30%: a randomized controlled trial. *Photobiomodul Photomed Laser Surg*. 2023; 41(2):48-56. doi: 10.1089/photob.2022.0114.

Motta RP. Lipoaspiração laser-assistida de alta definição. *Rev Bras Cir Plást.* 2018; 33(1):48–55. doi: <https://doi.org/10.5935/2177-1235.2018RBCP0008>.

Moura AO, Borges FS, Moura ACR. Endolaser treatment of aesthetic disorders: clinical experience of 4 years. *International Journal of Medical Science and Clinical Invention.* 2023; 10(5):6770-6782. doi: 10.18535/ijmsci/v10i5.011.

Nilforoushzadeh MA, Heidari A, Ghane Y, Heidari N, Azizi H, Fakhim T, Shahverdi M, Rafiee S, Lotfi Z, Najar Nobari N. The endo-lift laser (intralesional 1470 nm diode laser) for dermatological aesthetic conditions: a systematic review. *Aesthetic Plast Surg.* 2024. doi: 10.1007/s00266-024-04082-2.

Nilforoushzadeh MA, Heidari-Kharaji M, Fakhim T, Behrangi E, Shahverdi M, Rafiee S, Nobari NN. Efficacy of Endolift laser for arm and under abdomen fat reduction. *J Cosmet Dermatol.* 2023a; 22(7):2018-2022. doi: 10.1111/jocd.15684.

Nilforoushzadeh MA, Heidari-Kharaji M, Fakhim T, Hanifnia A, Nouri M, Roohaninasab M. Endolift laser for jowl fat reduction: clinical evaluation and biometric measurement. *Lasers Med Sci.* 2022; 37(5):2397-2401. doi: 10.1007/s10103-021-03494-9.

Nilforoushzadeh MA, Heidari-Kharaji M, Fakhim T, Hosseini ST, Rafiee S, Shahverdi M, Najar Nobari N. Efficacy evaluation of endolift laser for treatment of nasolabial folds and marionette lines. *Skin Res Technol.* 2023b; 29(10):e13480. doi: 10.1111/srt.13480.

Page MJ, Moher D, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, Shamseer L, Tetzlaff JM, Akl EA, Brennan SE, Chou R, Glanville J, Grimshaw JM, Hróbjartsson A, Lalu MM, Li T, Loder EW, Mayo-Wilson E, McDonald S, McGuinness LA, Stewart LA, Thomas J, Tricco AC, Welch VA, Whiting P, McKenzie JE. PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021; 372:n160. doi: 10.1136/bmj.n160.

Piccolo D, Mutlag MH, Fusco I, Bonan P. Facial and body contouring with 1444 nm Nd:YAG laser-assisted lipolysis: Clinical evidence. *Skin Res Technol.* 2023; 29(7):e13400. doi: 10.1111/srt.13400.

Prado A, Andrades P, Danilla S, Leniz P, Castillo P, Gaete F. A prospective, randomized, double-blind, controlled clinical trial comparing laser-assisted lipoplasty with suction-assisted lipoplasty. *Plast Reconstr Surg.* 2006; 118(4):1032-1045. doi: 10.1097/01.prs.0000232428.37926.48.

Ramirez P, Leibowitz A, Traylor-Knowles M, Taghizadeh F. Short-flap facelift with 924 nm/975 nm laser lipolysis: a retrospective study of 78 patients. *J Cosmet Dermatol.* 2014; 13(1):22-9. doi: 10.1111/jocd.12076.

Reynaud JP, Skibinski M, Wassmer B, Rochon P, Mordon S. Lipolysis using a 980-nm diode laser: a retrospective analysis of 534 procedures. *Aesthetic Plast Surg.* 2009; 33(1):28-36. doi: 10.1007/s00266-008-9262-3.

Ryu HJS, Dong HK, Hyun JL, Snag JS, Kye YP, Byeong G, et al. 33528 Triple-wavelength diode laser (755 nm, 810 nm, and 1064 nm): Preliminary efficacy and safety for skin-tightening *Journal of the American Academy of Dermatology*, 2022; 87(3): AB215.

Sigova J, Kaliterna D, Abdelmaksoud A, Kamalska M. Progressive lipodystrophy: topical laser treatment with endolift® procedure using eufoton® lasemar® 1500 1470-nm wavelength. *Journal of Applied Cosmetology*, 2023; 41(1), 53-57.

Voravutinon N, Seawthaweesin K, Bureethan A, Srivipatana A, Vejanurug P. Efficacy of diode laser (810 and 940 nm) for facial skin tightening. *J Cosmet Dermatol.* 2015; 14(4):E7-14. doi: 10.1111/jocd.12165.

Wang JV, Christman MP, Feng H, Pomerantz H, Lederhandler M, Geronemus RG. Paired facial treatment with 755nm picosecond laser with diffractive lens array and 1060nm laser lipolysis of the submentum: An open-label prospective trial. *J Cosmet Dermatol.* 2021; 20(11):3492-3497. doi: 10.1111/jocd.14397.

Wang JV, Bajaj S, Geronemus RG. Safety and efficacy of paired 1927 and 1440nm diode laser resurfacing during the same session. *Lasers in Surgery and Medicine.* 2022; 54: S43.

Wanitphakdeedecha R, Evangelista KER, Yan C, Apinuntham C, Techapichetvanich T, Eimpunth S, Lektrakul N, Manuskiatti W. The efficacy of

noninvasive 1060-nm diode lasers for submental lipolysis: a pilot study. *Clin Cosmet Investig Dermatol*. 2022; 15:2775-2783. doi: 10.2147/CCID.S382582.

Wassmer B, Zemmouri J, Rochon P, Mordon S. Comparative study of wavelengths for laser lipolysis. *Photomed Laser Surg*. 2010; 28(2):185-8. doi: 10.1089/pho.2008.2480.

Wolfenson M, Hochman B, Ferreira LM. Laser lipolysis: skin tightening in lipoplasty using a diode laser. *Plast Reconstr Surg*. 2015; 135(5):1369-1377. doi: 10.1097/PRS.0000000000001319.

Wolfenson M, Roncatti C, Alencar AHD, Barros T, Silva Neto JFD, Santos Filho FCND. Laserlipólise: redução da pele e prevenção de umbigo flácido nas lipoplastias seguindo parâmetros de segurança no uso do laser de diodo - com duplo comprimento de onda 924 e 975 nm. *Rev Bras Cir Plást*. 2011; 26(2):259-65. doi: <https://doi.org/10.1590/S1983-51752011000200012>.

Wollina U, Goldman A. The dual 980-nm and 1470-nm diode laser for vascular lesions. *Dermatol Ther*. 2020; 33(4):e13558. doi: 10.1111/dth.13558.

Youn JI, Holcomb JD. Ablation efficiency and relative thermal confinement measurements using wavelengths 1,064, 1,320, and 1,444 nm for laser-assisted lipolysis. *Lasers Med Sci*. 2013; 28(2):519-27. doi: 10.1007/s10103-012-1100-9.

Zattoni L, Forlin A. Real-life efficacy interstitial laser therapy treating laxity of the periorbital region. *Laser Therapy*, 2023; 30(1).