



FACUDADE SETE LAGOAS – FACSETE

Thereza Christinna Cellos Gonçalves Pinheiro Ladalardo

FOTÔNICA NO GERENCIAMENTO DA SENESCÊNCIA CUTÂNEA FACIAL

São Paulo

2022

Thereza Christinna Cellos Gonçalves Pinheiro Ladalardo

FOTÔNICA NO GERENCIAMENTO DA SENESCÊNCIA CUTÂNEA FACIAL

Monografia apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Faculdade Sete Lagoas – FACSETE, como requisito parcial para obtenção do título de especialista em Harmonização Orofacial.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Márcia Maria Altavista Romão.

São Paulo

2022

Ladalardo, Thereza Christinna Cellos Gonçalves Pinheiro

FOTÔNICA NO GERENCIAMENTO DA SENESCÊNCIA CUTÂNEA FACIAL/ Thereza Christinna Cellos Gonçalves Pinheiro
Ladalardo - 2022

Orientadora: Márcia Maria Altavista Romão

Monografia Faculdade Sete Lagoas 2022

1. Lasers Ablativos
2. Lasers Não Ablativos
3. Lasers Fracionados
4. Luz Intensa Pulsada



Thereza Christinna Cellos Gonçalves Pinheiro Ladalardo

FOTÔNICA NO GERENCIAMENTO DA SENESCÊNCIA CUTÂNEA FACIAL

Monografia apresentada ao curso de especialização *Lato Sensu* da Faculdade Sete Lagoas, como requisito parcial para obtenção do título de especialista em Harmonização Orofacial

Área de concentração: odontologia

Aprovada em ___/___/___ pela banca constituída dos seguintes professores:

Prof.^a Dr.^a Márcia Maria Altavista Romão (orientadora)

Prof.^a Dr.^a Cristina Maria Arvate Alvares

Prof.^a Dr.^a Maria Lucia Zarvos Varellis

IONE

"IN MEMORIAM"

*mãe, plasmadora do meu ser, mestra,
pelo exemplo de amor e
constante orientação na jornada da Vida*

JEFERSON

"IN MEMORIAM"

marido, encontro predestinado de amor

GIULIANO

*filho, revelação da dimensão do meu amor,
compromisso com a Vida*

NI

*irmã de coração, parceira,
estímulo para um novo aprendizado*

AGRADECIMENTOS

À **Prof.^a Dr.^a Márcia Maria Altavista Romão**, coordenadora do Curso de Especialização em Harmonização Orofacial, pela dedicação constante, desempenho, exemplo profissional e amizade.

À **FACSETE**, pela oportunidade de participar como aluna do Programa de Pós-graduação em Odontologia.

À **Sandra Bittencourt** e **Fernanda Biancardi**, auxiliares no atendimento clínico dos pacientes, pela atenção e prontidão sempre presentes.

À **Patrícia Batalha, Gabriela M. Bavoso e Milena Lauriti**, especialistas em HOF, pela atenção e transmissão do conhecimento auxiliando no atendimento clínico.

À **Ana Eliza Castanho Garrini dos Santos e Heloísa Simone Medeiros Gotoda** pela companhia e parceria durante o curso e no atendimento clínico dos pacientes.

Ao **Grupo** de colegas do curso, em sua totalidade, pela interatividade, coesão e incentivo durante o decorrer do curso.

RESUMO

O gerenciamento da senescência cutânea com laser e luz intensa pulsada são uma opção terapêutica não invasiva de grande aceitação. Com o desenvolvimento tecnológico, vários tipos de lasers e diferentes tipos de emissores de luz estão disponíveis comercialmente. Este estudo tem como objetivo analisar através da revisão de literatura narrativa a efetividade desta tecnologia no gerenciamento da senescência cutânea facial. Os lasers usados inicialmente no fotorejuvenescimento foram o CO₂ e Er:YAG que mesmo com bons resultados, por serem ablativos o pós-operatório apresenta uma série de complicações e um período longo de inatividade. Seguidos pelo uso de laser não ablativos Nd:YAG e diodos que não apresentaram o mesmo grau de melhoria que as técnicas tradicionais ablativas. Com a necessidade do desenvolvimento de um tratamento mais eficaz que os lasers não ablativos e sem as complicações dos ablativos foram introduzidos os lasers fracionados não ablativos e ablativos. Com esse mesmo conceito de não ablação da epiderme, a luz intensa pulsada é usada para tratamento do envelhecimento cutâneo. Com pós-operatório limitados a dor leve e eritema transitório. O uso dos lasers e luz intensa pulsada, mostram-se eficientes no gerenciamento da senescência cutânea apesar da presença de efeitos colaterais.

Palavras-chave: laser, luz intensa pulsada, senescência, envelhecimento cutâneo.

ABSTRACT

The management of skin senescence with laser and intense pulsed light is a noninvasive therapeutic option of great acceptance. With technological development, various types of lasers and different types of light emitters are commercially available. This study aims to analyze through the literature review the effectiveness of this technology in the management of facial skin senescence. The lasers initially used in rejuvenation were CO₂ and Er:YAG, which even with good results, because they are ablative, the postoperative period presents a series of complications and a long downtime. Followed by the use of non-ablative Nd:YAG laser and diodes that did not present the same degree of improvement as traditional ablative techniques. With the need for the development of a more effective treatment than non-ablative lasers and without the complications of ablatives, non-ablative and ablative fractional lasers were introduced. With this same concept of non-ablation of the epidermis, intense pulsed light is used for the treatment of skin aging. With postoperative limited mild pain and transient erythema. The use of lasers and intense pulsed light are efficient in managing skin senescence despite the presence of side effects.

Keywords: laser, intense pulsed light, senescence, skin aging.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Interação dos fótons no tecido.....	16
Figura 2 – Interação dos lasers ablativos no tecido.....	17
Figura 3 - Interação dos lasers não ablativos no tecido.....	19
Figura 4 – Interação dos lasers fracionados ablativos no tecido.....	20
Figura 5 – Irradiação tecidual com lasers fracionados ablativos.....	21
Figura 6 – Interação do laser fracionado não ablativo com o tecido.....	23
Figura 7 – Propriedades físicas da luz intensa pulsada comparada com laser....	24
Figura 8 – Interação da luz intensa pulsada com o tecido.....	25
Figura 9 – Distribuição uniforme da luz intensa pulsada.....	26

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Equipamentos de laser e luz intensa pulsada	27
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

CO ₂	Dióxido de Carbono
Er:YAG	Erbium: Yttrium-Aluminum-Garnet
Er:YSGG	Erbium: Yttrium-Scandium-Gallium-Garnet
FDA	Food and Drug Administration
LIP	Luz Intensa Pulsada
MEDLINE	Medical Literature Analysis and Retrieval System <i>on-line</i>
Nd:YAG	Neodymium: Yttrium-Aluminum-Garnet
SciELO	Scientific Electronic Library <i>on-line</i>
UV	Ultravioleta

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	12
2 – REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 – Lasers Ablativos.....	16
2.2 – Lasers Não Ablativos.....	18
2.3 – Lasers Fracionados Ablativos.....	20
2.4 – Lasers Fracionados Não Ablativos.....	22
2.5 – Luz Intensa Pulsada.....	24
3 – DISCUSSÃO.....	28
4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
REFERÊNCIAS.....	31

1- INTRODUÇÃO

A Senescência é um fenômeno natural, inerente ao desenvolvimento biológico do organismo humano. É caracterizado como um processo dinâmico, progressivo e irreversível. É também denominado de envelhecimento normal, envelhecimento primário, atinge todos os humanos pós-reprodutivos, é uma característica genética da espécie (LITVOC & BRITO, 2004).

O envelhecimento cutâneo sofre influência de fatores intrínsecos e extrínsecos. Entre os fatores intrínsecos destaca-se a diminuição da elastina e alterações em componentes celulares, moleculares e genéticos. Os fatores extrínsecos decorrem da exposição crônica ao sol, estilo de vida, hábitos nocivos, contexto sociocultural. Apesar de todos esses fatores causarem agressão cutânea, a radiação ultravioleta é a maior causadora de dano tecidual devido a sua capacidade de degradar o colágeno e elastina da pele através da formação dos radicais livres que causam o estresse oxidativo, alterando o metabolismo celular (FISHER *et al*, 2002).

O envelhecimento intrínseco define aquelas mudanças observadas ao longo da vida de todos os indivíduos, com a passagem do tempo, ao passo que o fotoenvelhecimento consiste em mudanças atribuídas a habitual exposição solar que causam o envelhecimento - com resultados de variabilidade marcada entre áreas do corpo e entre indivíduos; é uma interação típica de processos biológicos inatos com influência do meio ambiente (RITTIÉ & FISHER, 2015).

O envelhecimento cutâneo se caracteriza por uma série de alterações clínicas e histológicas. Clinicamente apresenta-se por atrofia da pele em grau variável, evidenciada pelo adelgaçamento difuso, ressecamento e pigueamento cutâneo. A pele perde a elasticidade e a turgescência. Em relação aos fenômenos histológicos do envelhecimento observa-se na epiderme a diminuição da espessura, os queratinócitos achatados, atrofia da derme e diminuição do tamanho dos fibroblastos. Os fatores extrínsecos causam hiperqueratose, presença de melanócitos em maior número, além da diminuição dos fibroblastos e fibras colágenas (HEIDARI BEIGVAND *et al*, 2020).

A face é a região do corpo onde mais se evidencia o processo do envelhecimento cutâneo por estar exposta, sofrendo agressões do meio externo (BEILIN, 2011).

Junto com o aumento da expectativa de vida dos indivíduos, verifica-se uma maior valorização da juventude e do belo fazendo com que as pessoas se preocupem cada vez mais com a aparência facial aumentando os cuidados com a pele (RABE *et al*, 2006).

Conseqüentemente, a busca por tratamentos que possibilitem o gerenciamento do processo de senescência cutânea com métodos não invasivos, com menor tempo de recuperação, uma rápida cicatrização, menos efeitos adversos têm exigido uma grande demanda (GAVISH & HOURELD, 2019).

Entre diferentes tipos de tratamento, a utilização de variadas formas de emissão de luz tem grande aceitação devido sua segurança e eficiência.

O desenvolvimento da fotônica se deu a partir de 1960 com os primeiros semicondutores emissores de luz inventados nos laboratórios do MIT, General Electric e IBM.

Além das inúmeras aplicações nas mais variadas áreas da comunicação, engenharia, o seu uso na área biológica é bastante amplo. A fonte de luz mais frequentemente utilizada na área biológica é o laser.

As propriedades físicas da luz laser como precisão do comprimento de onda (monocromático), coerência, colimação, e propagação como um feixe unidirecional (resolução espectral) fazem do laser uma ferramenta de luz com amplo espectro de aplicações. Entretanto, a luz LED e outras fontes de luz também podem ser utilizadas.

Em 1983, ANDERSON & PARRISH revolucionaram o uso do laser ao desenvolverem o conceito da fototermólise seletiva - o qual explica o mecanismo de destruição controlada de um alvo cutâneo, que pode ser alcançado sem lesão significativa ao tecido circundante. Os princípios da fototermólise seletiva são: o comprimento de onda deve ter afinidade pelo cromóforo do tecido alvo, a duração do pulso do laser deve ser menor que o tempo necessário para que o alvo perca metade de sua temperatura de pico após a irradiação e a energia depositada no tecido deve

ser suficiente para atingir a destruição do alvo dentro do intervalo de tempo apropriado.

Esses fatores são determinantes para seleção de lasers e luz intensa pulsada adequados para o alvo específico almejado.

Com o desenvolvimento tecnológico de uma gama variada de tipos de lasers e diferentes tipos de emissores de luz objetiva-se com esse estudo, uma análise da efetividade destas tecnologias no gerenciamento da senescência cutânea facial através de uma revisão de literatura narrativa.

Esta revisão foi baseada em artigos selecionados na base de dados MEDLINE e SciELO com as palavras-chave: “laser”, “photoaging”, “rejuvenation”, “resurfacing”, “skin aging” de forma que os artigos relevantes foram selecionados para análise.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

Dentro da fototerapia, os lasers ablativos de CO₂ 10.600nm e Er:YAG 2.940nm foram a primeira geração de lasers usados no tratamento do fotorejuvenescimento. São considerados eficazes porque conseguem tratar as alterações cutâneas muitas vezes em apenas uma sessão. Mas como fazem a ablação completa da epiderme e parte da derme apresentam algumas desvantagens como tempo de recuperação cutânea prolongado.

Com o desenvolvimento da tecnologia dos lasers, surge uma nova geração de lasers não ablativos – diodos 800 a 1450nm e Nd:Yag 1064nm pulso longo de penetração mais profunda na derme que não causam ablação epidérmica (HIRSCH & DAYAN, 2004).

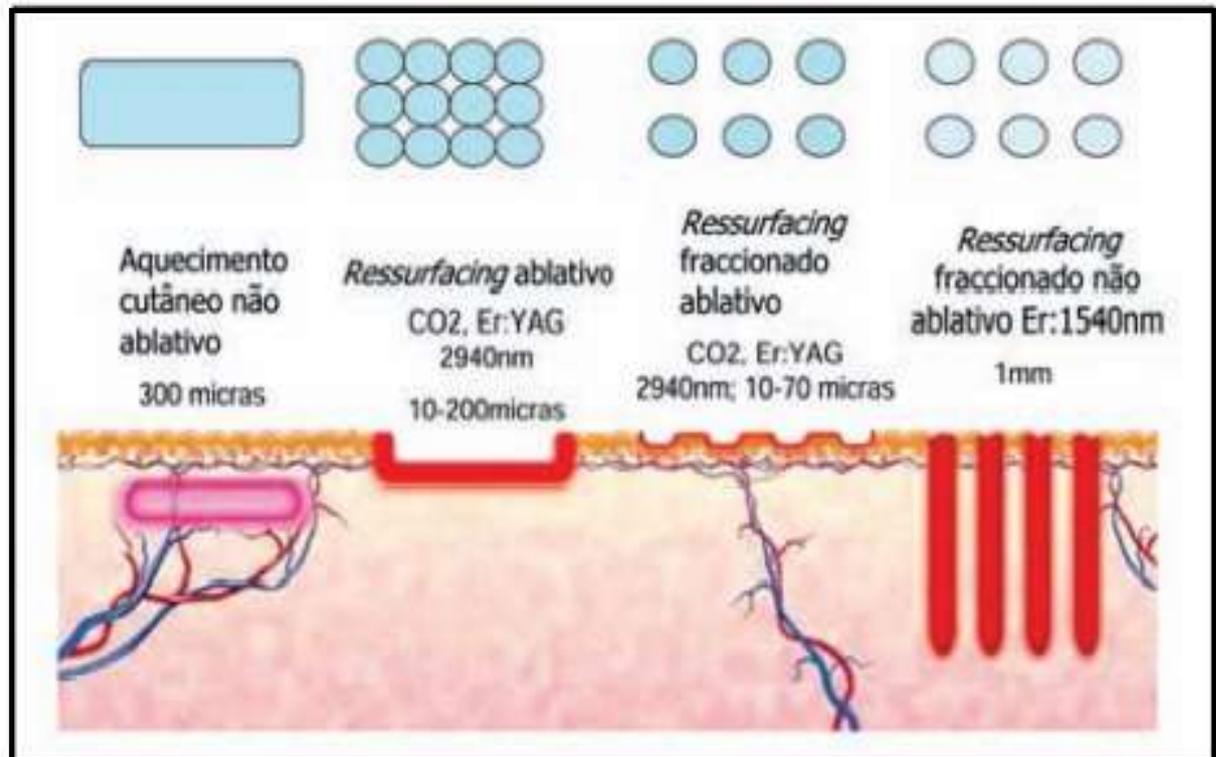
A grande revolução dos lasers no tratamento do fotorejuvenescimento ocorreu com a introdução do conceito de fototermólise seletiva fracionada, onde a emissão fracionada do laser produz colunas de lesões térmicas que penetram na epiderme e derme, sem danificar o tecido vizinho (ANDERSON & PARRISH, 1983).

Essa tecnologia dos lasers fracionados não ablativos, 1.440nm a 1565nm, provoca a estimulação do colágeno através de colunas de coagulação dermoepidérmicas, mas mantem o estrato córneo intacto (MANSTEIN *et al*, 2004).

A partir de 2007 surgiram os lasers fracionados ablativos de CO₂ 10.600nm e Er:YAG 2.940nm, com o propósito de se alcançar um resultado semelhante ao dos lasers ablativos e com a segurança dos lasers fracionados não ablativos. A diferença dos lasers ablativos fracionados para os não ablativos fracionados é dano térmico no estrato córneo (TRELLES *et al*, 2009). Figura 1.

Neste mesmo conceito de fotorejuvenescimento não ablativo foi desenvolvida a luz intensa pulsada que não é laser, é uma luz não coerente, com amplo comprimento de onda, seu mecanismo de ação é através do aquecimento direto das estruturas da derme mantendo a epiderme intacta (GOLDBERG & CUTLER, 2000).

Figura 1 – Interação dos fótons no tecido.



Fonte: Catorze, 2009.

2.1 – Lasers Ablativos

Os lasers de CO₂ e Er:YAG são denominados lasers ablativos pela sua capacidade de remover o estrato córneo. Melhora os sinais de senescência cutânea através do princípio da ação fototérmica focal. Elevações de temperatura entre 60°C e 85°C provocam a coagulação, acima de 85°C a carbonização e aproximadamente a 100°C ocorre a vaporização.

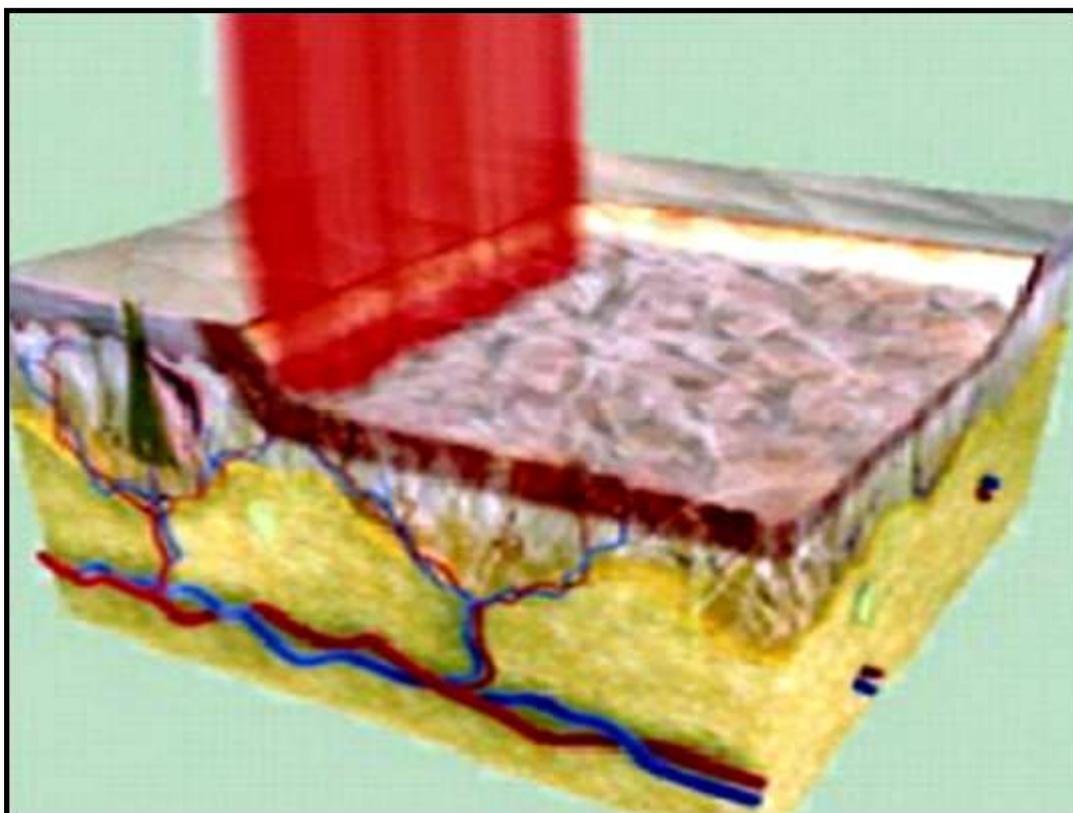
O laser CO₂ emite uma luz com comprimento de onda de 10.600nm, que é absorvida pela água tecidual (cromóforo da luz do CO₂). A conversão da energia radiante em calor no ponto de absorção eleva instantaneamente a temperatura da água do tecido para 100°C, de modo que a água do tecido vaporiza. A camada mais externa da epiderme e parte da derme superficial é removida, resultando na reorganização e fortalecimento dos feixes de colágeno (JANIK *et al*, 2007).

O CO2 atinge resultados desejados removendo a camada mais externa da epiderme e parte da derme superficial, seguido do restabelecimento cutâneo por meio da indução da neocolagênese (WANG *et al*, 2020).

É uma técnica bastante agressiva que causa um pós-operatório longo e desconfortável. Os efeitos colaterais previsíveis e imediatos, que duram vários dias, incluem dor, edema, prurido, exsudação, crostas, eritema e com risco de formação de cicatrizes (GOLDBERG, 2003).

O laser de Er:YAG foi o segundo laser desenvolvido para tratamento cutâneo, introduzido na década de 1990. A principal inovação em relação ao laser CO2 é o seu comprimento de onda mais curto, 2.940nm que aumenta seu coeficiente de absorção pela água de 10 a 16 vezes mais do que a afinidade do laser CO2. Portanto, causa menos lesão por calor, tem mais controle de profundidade e tem menor risco de causar cicatrizes e alterações pigmentares (ZACHARY, 2000). Figura 2.

Figura 2 - Interação dos lasers ablativos no tecido.



Fonte: Catorze, 2009.

Os riscos de efeitos colaterais do Er:YAG não são desprezíveis, porém são menores quando comparado aos efeitos do CO2.

Os lasers ablativos CO₂ e Er:YAG são considerados efetivos para o fotorejuvenescimento da pele; enquanto o laser de CO₂ é melhor para rítides e cicatrizes mais profundas, o laser de Er:YAG é o tratamento de escolha para linhas finas e cicatrizes superficiais (HEIDARI BEIGVAND *et al*, 2020).

2.2 – Lasers Não Ablativos

O fotorejuvenescimento com lasers não-ablativos tem como objetivo reverter o envelhecimento cutâneo através de um dano térmico seletivo sem ablação da epiderme. E reduzir o risco de efeitos adversos e do extenso período de recuperação pós-operatória quando comparado com os lasers ablativos (SEIRAFIANPOUR *et al*, 2022).

Ao contrário dos procedimentos ablativos, a ação principal dos procedimentos não ablativos é preservar a integridade da epiderme estimulando a produção de colágeno na derme. A profundidade da resposta térmica do tecido, ou seja, da coagulação tecidual, é determinada pela quantidade de calor que pode ser entregue ao tecido de forma não ablativa (WANG, 2022).

Os principais lasers desse grupo usados no rejuvenescimento não ablativo são: Nd:YAG (1064nm e 1320nm), diodo (900nm, 980nm e 1450nm). Os lasers não ablativos emitem luz na porção infravermelho do espectro eletromagnético.

A absorção da água contida superficialmente no tecido por esses comprimentos de onda é relativamente fraca, e dessa forma eles têm penetração profunda tecidual. Os lasers não ablativos causam danos térmicos na derme e não removem a epiderme. Contrapondo aos lasers ablativos que possuem grande afinidade pela água e assim removem completamente a epiderme e parte da derme (PAPADAVID & KATSAMBAS, 2003).

A lesão epidérmica e a vaporização tecidual não ocorrem devido à aplicação concomitante do resfriamento epidérmico. O calor gerado na derme coagula o colágeno e, em seguida, começa o processo de cicatrização da ferida. Como resultado, uma nova síntese de colágeno é realizada no substrato da pele e da matriz extracelular (KAUSHIK & ALEXIS, 2017).

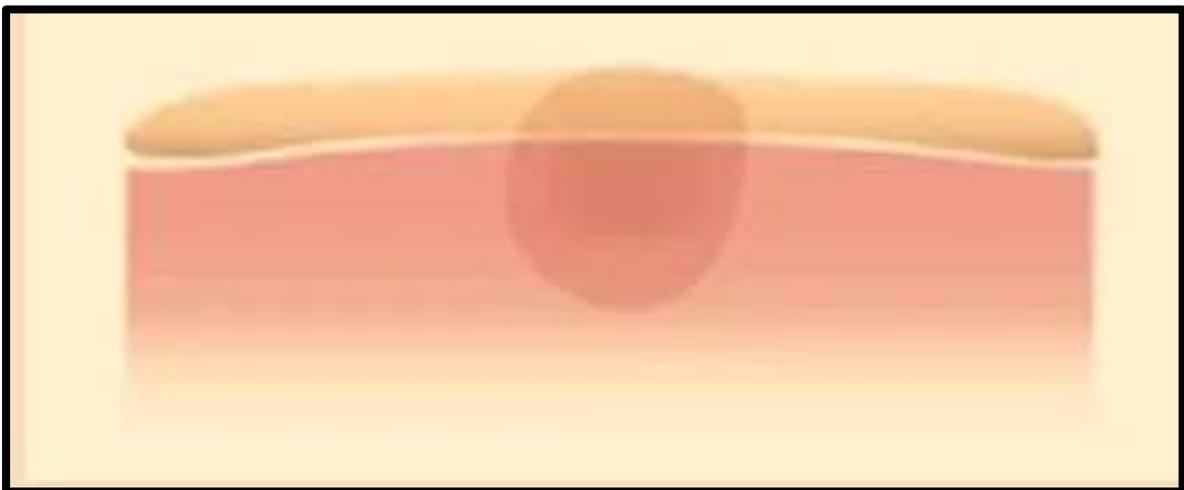
Os efeitos adversos desses lasers como cicatrizes e infecções são raros; o edema e eritema pós-tratamento se resolvem dentro de 24 a 48 horas (HUSAIN & ALSTER, 2016).

Para alcançar bons resultados são necessárias uma série de três ou mais sessões de tratamento com intervalo de 4 semanas. Além disso, alguns aparelhos apresentam consumíveis de alto custo que encarecem o procedimento (TANZI *et al*, 2003).

A eficiência dos lasers não ablativos é menor que os lasers ablativos. Seu uso é mais indicado para fotoenvelhecimento de grau leve a moderado (GOLDBERG & CUTLER, 2000).

Embora esses dispositivos não produzam o mesmo grau de melhoria que as técnicas tradicionais ablativas de CO2 ou Er:YAG, eles são uma excelente alternativa para pessoas que buscam melhoria estética gradual e com tempo mínimo de inatividade (CIOCON *et al*, 2011). Figura 3.

Figura 3 – Interação dos lasers não ablativos no tecido



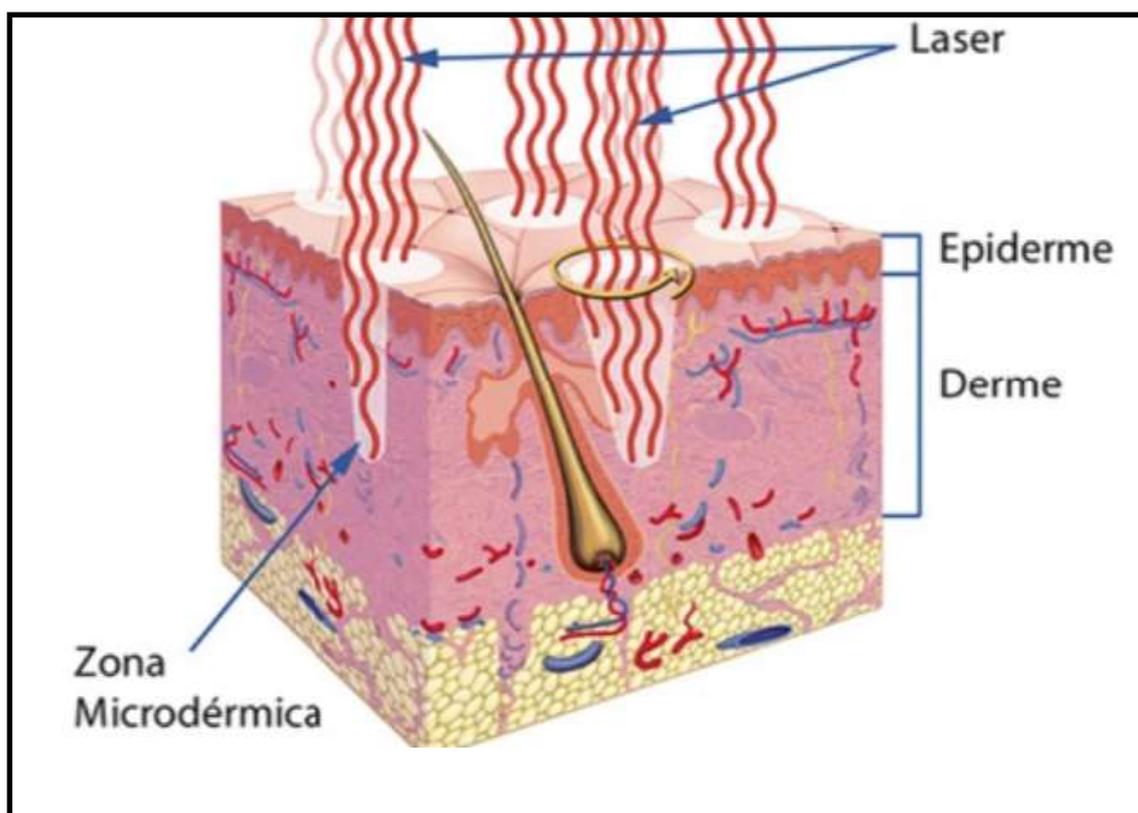
Fonte: Campos *et al*, 2009

2.3 – Lasers Fracionados Ablativos

Os lasers fracionados ablativos foram introduzidos em 2007; eles incorporam a eficácia dos lasers CO₂ e Er:YAG ablativos com o benefício da fototermólise fracionada criando colunas totalmente ablativas de lesão microtérmica (GOLD, 2010).

Esse sistema de fracionamento de emissão do laser em feixes produz áreas de dano térmico tecidual que são denominadas - zonas térmicas microscópicas – que variam de 100 a 400µm de largura e aproximadamente e 300 a 700µm de profundidade dependendo da densidade de energia utilizada; são separados por áreas de pele normal, que atuam como um reservatório para regeneração e remodelação tecidual (MANSTEIN, 2004). Figura 4.

Figura 4 – Interação dos lasers fracionados ablativos no tecido.



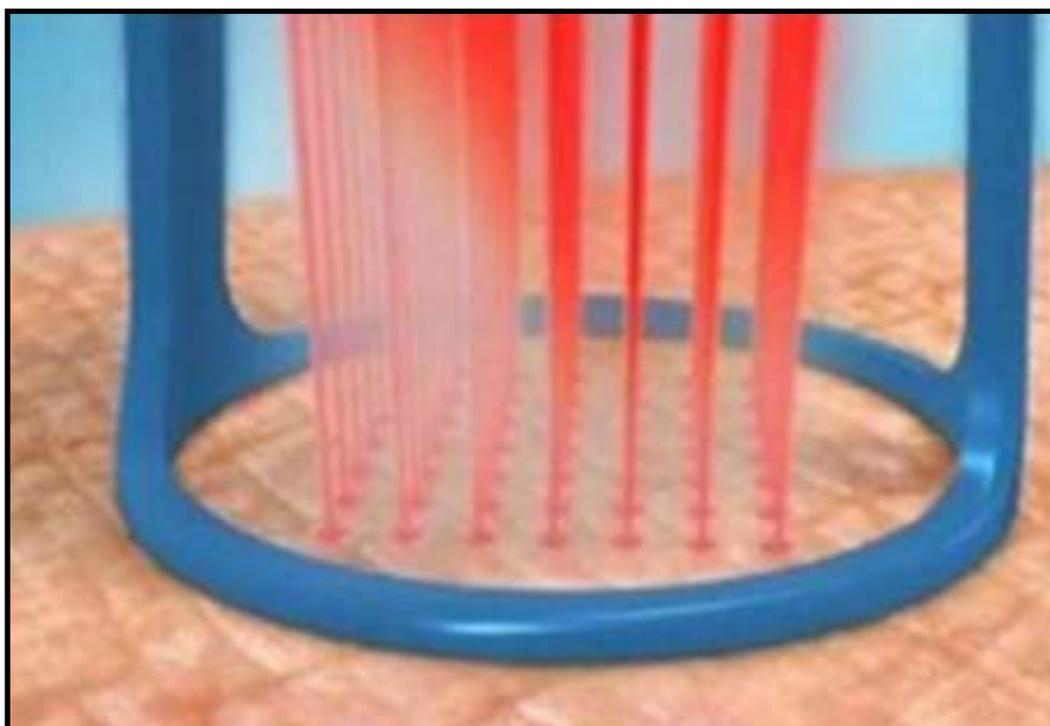
Fonte: Catorze, 2009.

Lasers fracionados ablativos têm comprimentos de onda mais longos na faixa de 2.790nm a 10.600nm. Os principais lasers fracionados ablativos são o Er:YSGG 2.790nm, Er:YAG 2.940nm e o laser de CO₂ 10.600nm, que operam na faixa do infravermelho e têm como cromóforo alvo a água. O laser Er:YAG 2.940nm possui

maior afinidade pela água e por esse motivo é absorvido pela água da epiderme, permitindo penetração mais superficial e mínima produção de calor. Já o laser de CO₂ 10.600nm penetra mais profundamente e produz maior quantidade de calor (BORGES *et al*, 2016).

O fracionamento tornou os lasers ablativos mais seguros por distribuir a energia térmica sobre a superfície do tecido, deixando pequenas áreas teciduais não irradiadas promovendo a reepitelização em menor tempo. Figura 5.

Figura 5 – Irradiação tecidual com lasers fracionados ablativos.



Fonte: medsystems.com.br

O rejuvenescimento com laser CO₂ fracionado ablativo é eficiente, diminui os sinais da senescência cutânea facial, rítmides, lesões pigmentadas, ceratoses actínicas. Os resultados são visíveis após uma única sessão, mas a técnica é relativamente agressiva, possui risco moderado de cicatrizes, descoloração e infecção de pele; com tempo de inatividade de quatro a sete dias (Preissig *et al*, 2012).

O laser Erbium fracionado ablativo, como tem o comprimento de onda mais curto que o laser CO₂, aumenta seu coeficiente de absorção por intermédio da água,

o que diminui sua penetração no tecido. Durante a última década, foram feitas modificações incluindo prolongamento do comprimento do pulso, pulsos subablativos de baixa fluência após cada pulso ablativo, para permitir um modo de coagulação, bem como um modo ablativo de maior profundidade (BORGES *et al*, 2014).

É indicado para o tratamento dos sinais de senescência em grau moderado, mas com a desvantagem em relação ao CO2 fracionado ablativo de necessitar de mais sessões de tratamento. As complicações são raras, devem ser esperados os efeitos colaterais presentes em todos os pacientes submetidos a tratamento com lasers ablativos, como edema, eritema, prurido moderado (GOLD, 2010).

2.4 – Lasers Fracionados Não Ablativos

Os lasers fracionados não ablativos representam o maior avanço no desenvolvimento tecnológico dos lasers no rejuvenescimento cutâneo. Como descrito anteriormente, a radiação laser fracionada é emitida por microfioses ópticos que atua em colunas rodeadas de uma zona microtérnica (MANSTEIN *et al*, 2004).

Em comparação com lasers fracionados ablativos, a principal vantagem da fototermólise fracionada não ablativa é a estimulação da neocolagênese, sem causar prolongado tempo de recuperação e efeitos adversos importantes. Como o estrato córneo permanece funcional e histologicamente intacto, o risco de infecção, exsudação ou formação de crostas é mínimo (KAUSHIK & ALEXIS, 2017).

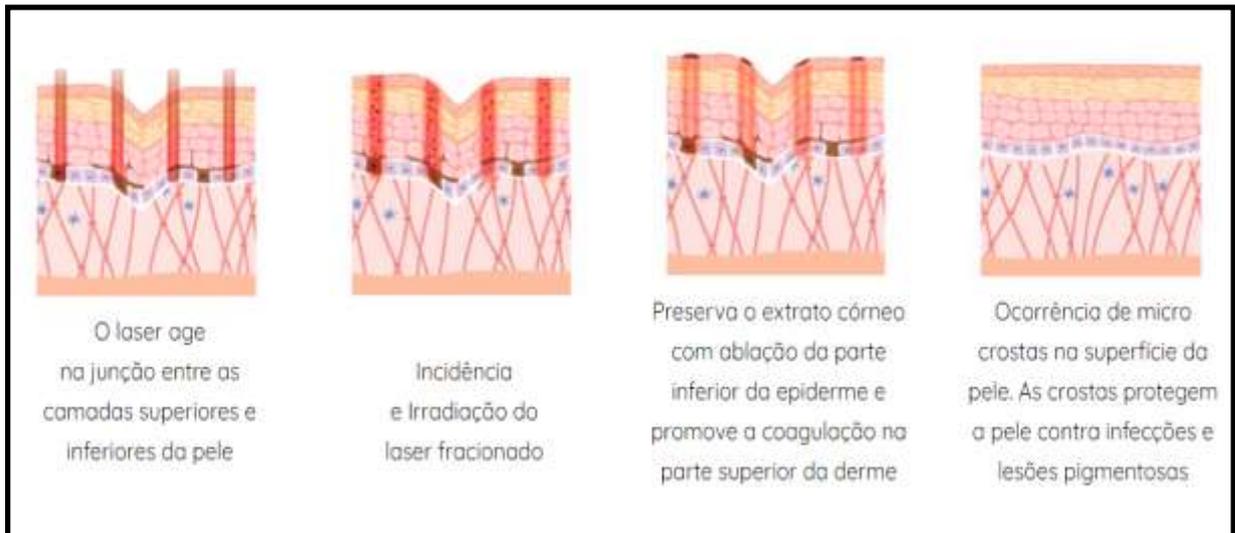
A profundidade de penetração dos microfioses ópticos no tecido pode ser controlada conforme número de pulsos, forma de emissão, área da ponteira, densidade de energia, densidade de potência usados na área de tratamento permitindo assim a modulação dos resultados (LUKAC *et al*, 2010).

Os lasers fracionados não-ablativos têm comprimentos de onda que variam de 1320nm a 1927nm. Vários sistemas de laser com diferentes meio-ativos estão disponíveis comercialmente: Nd:YAG (1.320nm, 1.440nm), Diodo (1.440nm), Erbium (1.410nm, 1.540nm e 1.550nm) e Thulium (1.927m) (HUSAIN & ALSTER, 2016).

Esses dispositivos fornecem uma abordagem de tratamento mais suave para superfície cutânea. O tratamento resulta na melhora da textura cutânea, das ríides de

grau leve a moderado, poros aumentados e remoção de pigmentos epidérmicos e dérmicos superficiais, também decorrentes do fotoenvelhecimento. Porém como outras abordagens não ablativas, várias sessões de tratamento são muitas vezes necessárias. Os tratamentos podem ser repetidos com intervalo de 3 a 4 semanas (SAEDI *et al*, 2013; MEAIKE *et al*, 2016;). Figura 6.

Figura 6 – Interação do laser fracionado não ablativo com o tecido.



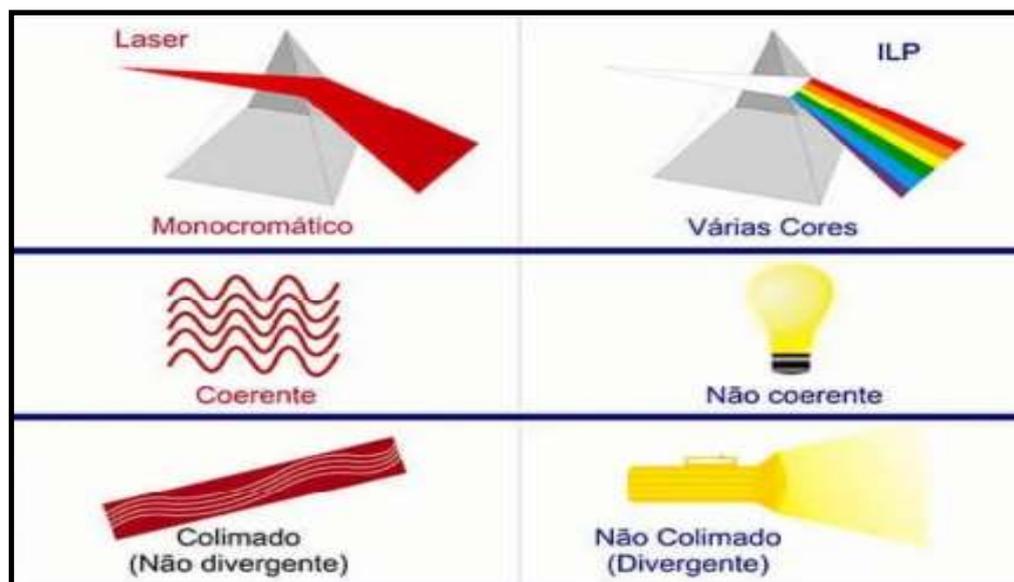
Fonte: medsystems.com.br

Essa técnica apresenta uma baixa taxa de complicações, a hiperpigmentação pós-inflamatória é rara, mas pode ocorrer em indivíduos fototipos elevados. Os efeitos colaterais apresentados são mínimos como - eritema e edema resolvidos espontaneamente. E a descamação da pele concluída em poucos dias. O curto tempo de inatividade e a baixa incidência de efeitos colaterais é uma grande vantagem dos lasers fracionados não ablativos sobre outros tipos de laser usados no rejuvenescimento facial. (KNIGHT & KAUTZ, 2019; LUKAC *et al*, 2021, KOLODZIEJCZAK & ROTSZTEJN, 2022).

2.5 – Luz Intensa Pulsada

A luz intensa pulsada é um dispositivo de lâmpada flash, ao contrário dos lasers, emitem luz policromática, não coerente e não colimada com duração de pulso variável.

Figura 7 – Propriedades físicas da luz intensa pulsada comparada com laser.



Fonte: <https://fisioterapia.com.br/tratamento-com-luz-intensa-pulsada/>

Um espectro amplo de luz pode ser absorvido por uma variedade de cromóforos, o que torna a luz intensa pulsada menos seletiva do que os lasers. Para diminuir o espectro de comprimento de onda emitidos pelo dispositivo que variam de 420nm – 1400nm são usados filtros de corte, que possibilitam melhor penetração dérmica e minimizam a absorção de energia por outros cromóforos. Além do comprimento de onda, outros parâmetros de tratamento como – duração do pulso, sequências de pulso, podem ser personalizados na maioria dos dispositivos, proporcionando maior versatilidade e precisão (GOLDBERG & CUTLER, 2000).

A luz intensa pulsada obteve, em 1995, a autorização da Food and Drug Administration (FDA) dos Estados Unidos para o tratamento de telangiectasias de membros inferiores. Devido ao seu menor custo e versatilidade em comparação com os lasers de espectro único, resultou seu uso em várias indicações clínicas.

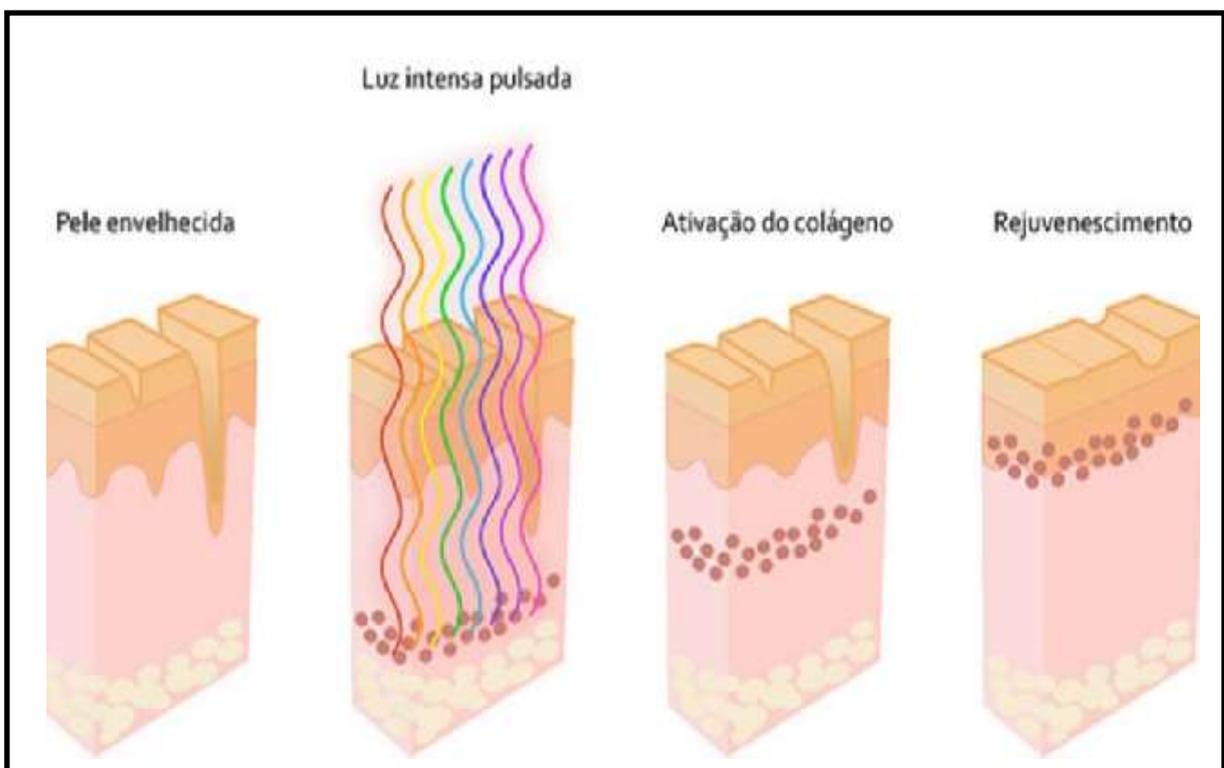
Uma das indicações da luz intensa pulsada é o tratamento de lesões vasculares, como as telangiectasias faciais, característica do processo de

senescência cutânea. Com a elevação da temperatura do vaso sanguíneo o suficiente para causar coagulação, ocorre sua destruição e substituição por tecido de granulação fibroso (TULL & RAZA, 2011).

Com uso de diferentes filtros, a luz intensa pulsada é capaz de emitir espectros de comprimento de onda nas faixas de 500nm a 670nm e 870nm a 1400nm, que permite atingir lesões vasculares e pigmentadas. A filtragem de comprimentos de onda entre 670nm e 870nm, preserva a epiderme rica em melanina e melhora a destruição vascular. Filtros de corte mais baixos podem ser usados para tratar pigmentação superficial e filtros de corte mais altos para lesões mais profundas (ROSS et al, 2006).

O fotorejuvenescimento não ablativo com a luz intensa pulsada causa um dano térmico reversível do colágeno, pela penetração da luz na derme e aquecimento direto destas estruturas, poupando a epiderme. Assim há contração das fibras de colágeno e a remodelação do tecido após o período inflamatório (PATRIOTA *et al*, 2011). Figura 8.

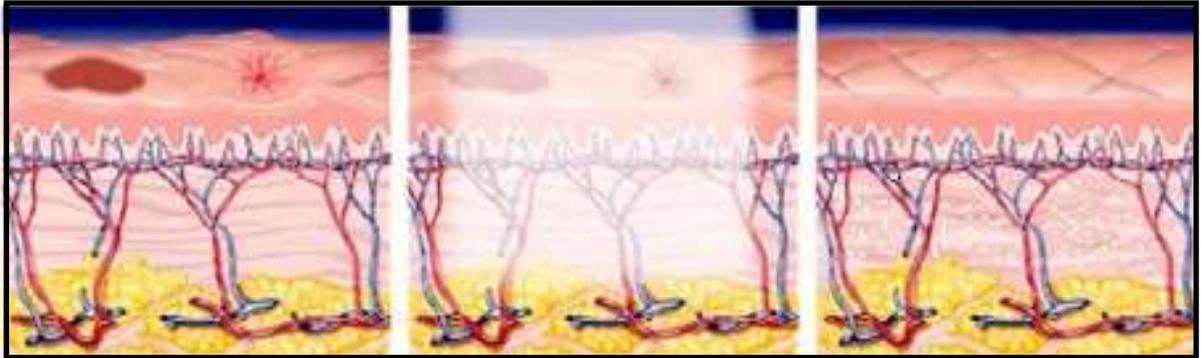
Figura 8 – Interação da luz intensa pulsada com o tecido.



Fonte: PATRIOTA *et al*, 2011.

O mecanismo de ação da luz intensa pulsada no rejuvenescimento facial, pode ser explicado pelo aumento da atividade de fibroblasto e rearranjo de colágeno e elastina dentro do estroma (FENG & ZHAO, 2008). Figura 9.

Figura 9 – Distribuição uniforme da luz intensa pulsada.



Fonte: Golberg, 2012

A luz intensa pulsada é uma tecnologia muito versátil, não invasiva, segura e eficaz para o tratamento de lesões vasculares e pigmentadas, atrofia epidérmica e dérmica associada ao fotoenvelhecimento. Com efeitos adversos limitados a dor leve e eritema transitório (GOLDBERG, 2012).

Uma gama variada de sistemas de laser e luz intensa pulsada são disponibilizados comercialmente. Algumas plataformas apresentam a associação de diferentes comprimentos de onda e forma de emissão. O que possibilita maior eficiência dos resultados dos tratamentos (Quadro 1).

Quadro 1 – Equipamentos de laser e luz intensa pulsada (LIP).

FABRICANTE / SISTEMA	MEIO-ATIVO	COMPRIMENTO DE ONDA
ALMA LASERS		
Harmony	LIP	515 – 940nm
	LIP	540 - 590nm
	LIP	780 – 950nm
	Nd:YAG	1.064nm - 1.320nm
	Er:YAG	2.940nm
CANDELA		
SmoothBeam	Diodo	1.450nm
GentleYag	Nd:YAG	1.064nm
SmoothPeel	Er:YAG	2.940nm
CUTERA		
CoolGlide Vantage	Nd:YAG	1.064nm
Xeo	Nd:YAG	1.064nm
	LIP	600 - 850nm
Solera Opus	LIP	560 – 1200nm
CYNOSURE		
Affirm	Nd:YAG	1.440nm – 1.320nm
	LIP	560nm – 950nm
Acclaim	Nd:YAG	1.064nm
Cynergy	LIP / Nd:YAG	585nm / 1.064nm
Active	CO2 fracionado	10.600nm
Lumenis One	LIP	515nm – 1.200nm
	Nd:YAG/Lightsheer diode	1.064nm / 800nm
Lume 2	LIP	515nm – 1.200nm
	Nd:YAG	1.064nm
Active	CO2 fracionado	10.600nm
FOTONA		
SP Dynamis Pro	Nd:YAG / Er:YAG	1.064nm / 2.940nm
Star Walker	Nd:YAG / LIP	1.064nm/532-650nm
Time Walker Fotona 4D	Er:YAG / Nd:YAG	2.940nm / 1.064nm
Dynamis Pro Laser – XS Line	Er:YAG	2.940nm
XP Dynamis	Nd:YAG	1.064nm
PALOMAR		
Starlux 500 Plataforma	Er:YAG	2.940nm / 1.540nm
SOLTA		
Fraxel re:store	Er:YAG	1.550nm
Fraxel re:pair	CO2 fracionado	10.600nm
WON TECH CO		
Lavieen	Thulium	1.927nm

Fonte: autoras, 2022

3 – DISCUSSÃO

Com o desenvolvimento de novas tecnologias dentro do campo da fotônica, os sinais da senescência cutânea facial como ríides, alterações pigmentares, adelgaçamento difuso, perda da elasticidade e a turgescência podem ser gerenciados de forma não invasiva (GOLDBERG, 2012; HEIDARI BEIGVAND *et al*, 2020).

Os primeiros lasers usados no rejuvenescimento facial foram os lasers ablativos de CO₂ e Er:YAG. Mesmo com resultado eficaz no tratamento de ríides de grau moderado e acentuado, passaram a ser utilizados com menor frequência devido ao seu grau de agressividade no tecido alvo (WANG *et al*, 2020). A ablação da epiderme e parte da derme causam um pós-operatório longo e desconfortável com dor, edema, prurido, exsudação, crostas, eritema e risco de infecção e de formação de cicatrizes (ZACHARY, 2000; GOLDBERG, 2003; JANIK *et al*, 2007).

O conceito de fototermólise fracionada resultou no progresso tecnológico dos lasers. Dispositivos fracionados ablativos e fracionados não ablativos tornaram-se eletivos no tratamento dos sinais cutâneos do envelhecimento e fotoenvelhecimento (MANSTEIN, 2004; GOLD, 2010).

O fracionamento tornou os lasers mais seguros devido a distribuição da energia térmica tecidual, deixando pequenas áreas teciduais não irradiadas que atuam como um reservatório para regeneração e remodelação tecidual, promovendo um processo mais rápido de reparo.

Os lasers fracionados ablativos apesar de menos invasivos em comparação com os não fracionados também apresentam um pós-operatório com risco moderado de cicatrizes, descoloração e infecção de pele. Alterações promovidas pelos fabricantes como prolongamento do comprimento do pulso, pulsos subablativos de baixa fluência após cada pulso ablativo permitiu controle da profundidade dos microfios no tecido acarretando um maior potencial terapêutico, com menores efeitos colaterais (GOLD, 2010, PREISSIG *et al*, 2012, BORGES *et al*, 2014).

Em busca de minimizar os efeitos adversos da ablação tecidual, como risco de infecção, formação de cicatrizes e diminuir o tempo de inatividade do paciente foram desenvolvidos os lasers fracionados não ablativos.

Com manutenção funcional e histológica do estrato córneo, o risco de infecção, exsudação ou formação de crostas é mínimo. Com a principal vantagem do estímulo da neocolagênese, com breve período de recuperação e sem efeitos adversos relevantes ((LUKAC *et al*, 2010; KAUSHIK & ALEXIS, 2017).

Os lasers fracionados não-ablativos têm eficácia no tratamento dos sinais de envelhecimento de grau leve e moderado, mas para alcançar resultados satisfatórios necessitam de várias sessões de tratamento (SAEDI *et al*, 2013; MEAIKE *et al*, 2016;).

A maior vantagem dos lasers fracionados não ablativos sobre outros tipos de lasers usados no rejuvenescimento facial é a baixa taxa de complicações pós-operatória (LUKAC *et al*, 2021). Apresentando um curto tempo de inatividade e raro risco de hiperpigmentação cutânea, em indivíduos fototipos elevados (KNIGHT & KAUTZ, 2019). A resposta inflamatória como - eritema e edema são resolvidos espontaneamente (KOLODZIEJCZAK & ROTSZTEJN, 2022).

O fotorejuvenescimento não ablativo com a luz intensa pulsada é um sistema eficiente no tratamento de lesões vasculares, como as telangiectasias faciais, característica do processo de senescência cutânea (TULL & RAZA, 2011).

Como os lasers não ablativos, a luz intensa pulsada mantém a epiderme intacta e promovem a remodelação tecidual, decorrente do aquecimento das estruturas da derme (PATRIOTA *et al*, 2011). Com efeitos pós-operatório limitados a dor leve e eritema transitório (GOLDBERG, 2012).

Precede o bom resultado no gerenciamento da senescência cutânea facial com métodos físicos – laser e luz intensa pulsada - o conhecimento técnico dos dispositivos como: afinidade dos comprimentos de onda com tecido, controle da densidade de energia, duração dos pulsos, densidade de potência para correta eleição da metodologia de tratamento. A qual pode incluir o uso sinérgico de diferentes comprimentos de onda para atingir os resultados almejados.

4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O gerenciamento da senescência cutânea facial com uso de métodos físicos de tratamento, como os lasers e a luz intensa pulsada, mostram-se eficazes apesar da presença de efeitos colaterais.

O desenvolvimento tecnológico com o fracionamento dos lasers diminuiu o risco de lesões térmicas significativas no tecido alvo.

Os atuais dispositivos apresentam numa mesma plataforma, diferentes comprimentos de onda que possibilitam atingir vários cromóforos (água, melanina, hemoglobina) o que permite a penetração dos fótons nos diferentes estratos da pele.

Ainda assim o efeito esperado para o tratamento do fotoenvelhecimento em grau acentuado continua mediano.

As novas plataformas que permitem a ação sinérgica com uso de diferentes comprimentos onda e forma de emissão dos pulsos, otimizou os resultados no gerenciamento da senescência cutânea de grau leve a moderado. Mas necessitam de várias sessões de tratamento para que tenham efetividade.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON RR, PARRISH JA. **Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation.** Science. 1983 Apr 29;220(4596):524-7.
- BEASLEY KL, WEISS RA. **Radiofrequency in cosmetic dermatology.** Dermatol Clin. 2014 Jan;32(1):79-90.
- BEILIN G. **Home-use TriPollar RF device for facial skin tightening: Clinical study results.** Journal of Cosmetic and Laser Therapy. 2011;13(2):69-76.
- BORGES J, CUZZI T, MANDARIM-DE-LACERDA CA, MANELA-AZULAY M. **Fractional Erbium laser in the treatment of photoaging: randomized comparative, clinical and histopathological study of ablative (2940nm) vs. non-ablative (1540nm) methods after 3 months.** An Bras Dermatol. 2014 Mar-Apr;89(2):250-8.
- BORGES J, MANELA-AZULAY M, CUZZI T. **Photoaging and the clinical utility of fractional laser.** Clin Cosmet Investig Dermatol. 2016; 5(9):107-14.
- CAMPOS VB, GONTIJO G. **Fractional CO2 laser: a personal experience.** Surg Cosmet Dermatol. 2010;2(4):326-332.
- CAMPOS V, MATTOS RA, FILLIPPO A, TOREZAN LA. **Laser no rejuvenescimento facial.** Surg Cosmet Dermatol. 2009;1(1):29-35.
- CATORZE MG. **Laser: fundamentos e indicações em dermatologia.** Med Cutan Iber Lat Am 2009;37(1):5-27.
- CIOCON DH, DOSHI D, GOLDBERG DJ. **Non-ablative lasers.** Curr Probl Dermatol. 2011; 42:48-55.
- FISHER GJ, KANG S, VARANI J, BATA-CSORGO Z, WAN Y, DATTA S, VOORHEES JJ. **Mechanisms of photoaging and chronological skin aging.** Arch Dermatol. 2002 Nov;138(11):1462-70.
- FISIOTERAPIA. <<https://fisioterapia.com.br/tratamento-com-luz-intensa-pulsada/>>. Acesso em: 04 nov.2022.
- GAVISH L, HOURELD NN. **Therapeutic efficacy of home-use photobiomodulation devices: a systematic literature review.** Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery, 2019;37(1):4-16.
- GOLD MH. **Update on fractional laser technology.** J Clin Aesthet Dermatol. 2010 Jan;3(1):42-50.
- GOLDBERG DJ. **Current trends in intense pulsed light.** J Clin Aesthet Dermatol. 2012 Jun;5(6):45-53.
- GOLDBERG DJ, CUTLER KB. **Nonablative treatment of rhytids with intense pulsed light.** Lasers Surg Med. 2000;26(2):196-200.

HEIDARI BEIGVAND H, RAZZAGHI M, ROSTAMI-NEJAD M, REZAEI-TAVIRANI M, SAFARI S, REZAEI-TAVIRANI M, MANSOURI V, HEIDARI MH. **Assessment of Laser Effects on Skin Rejuvenation.** J Lasers Med Sci. 2020;11(2):212-219.

HIRSCH RJ, DAYAN SH. **Nonablative resurfacing.** Facial Plast Surg. 2004 Feb;20(1):57-61.

HOURELD NN. **The use of lasers and light sources in skin rejuvenation.** Clin Dermatol. 2019 Jul-Aug;37(4):358-364.

HUSAIN Z, ALSTER TS. **The role of lasers and intense pulsed light technology in dermatology.** Clin Cosmet Investig Dermatol. 2016 Feb 4;9:29-40.

JANIK JP, MARKUS JL, AL-DUJAILI Z, MARKUS RF. **Laser resurfacing.** Semin Plast Surg. 2007 Aug;21(3):139-46.

KATSAMBAS A. **Lasers for facial rejuvenation: a review.** Int J Dermatol. 2003 Jun;42(6):480-7.

KAUSHIK SB, ALEXIS AF. **Nonablative Fractional Laser Resurfacing in Skin of Color: Evidence-based Review.** J Clin Aesthet Dermatol. 2017 Jun;10(6):51-67.

KNIGHT JM, KAUTZ G. **Sequential facial skin rejuvenation with intense pulsed light and non-ablative fractionated laser resurfacing in skin type II-IV patients: A prospective multicenter analysis.** Lasers Surg Med. 2019 Feb;51(2):141-149.

KOŁODZIEJCZAK A, ROTSZTEJN H. **Efficacy of fractional laser, radiofrequency and IPL rejuvenation of periorbital region.** Lasers Med Sci. 2022 Mar;37(2):895-903.

LITVOC J, BRITO FC. Envelhecimento prevenção e promoção da saúde. In: **Envelhecimento prevenção e promoção da saúde.** 2004. p. 226-226.

LUKAC M, ZORMAN A, LUKAC N, PERHAVEC T, TASIC B. **Characteristics of Non-Ablative Resurfacing of Soft Tissues by Repetitive Er:YAG Laser Pulse Irradiation.** Lasers Surg Med. 2021 Nov;53(9):1266-1278.

LUKAC, M., PERHAVEC, T., NEMES, K., AHCAN, U. **Ablation and thermal depths in VSP Er: YAG laser skin resurfacing.** J Laser Health Acad. 2010. 1(1), 56-71.

MANSTEIN D, HERRON GS, SINK RK, TANNER H, ANDERSON RR. **Fractional photothermolysis: a new concept for cutaneous remodeling using microscopic patterns of thermal injury.** Lasers Surg Med. 2004;34(5):426-38.

MEAIKE JD, AGRAWAL N, CHANG D, LEE EI, NIGRO MG. **Noninvasive Facial Rejuvenation. Part 3: Physician-Directed-Lasers, Chemical Peels, and Other Noninvasive Modalities.** Semin Plast Surg. 2016 Aug;30(3):143-50.

MEDSYSTEMS. <<https://medsystems.com.br/>>. Acesso em: 04 Nov.2022.

PATIL UA, DHAMI LD. **Overview of lasers.** J Plast Surg. 2008 Oct;41(Suppl):S101-13.

PATRIOTA RCR, RODRIGUES CJ, CUCÉ LC. **Luz intensa pulsada no fotoenvelhecimento: avaliação clínica, histopatológica e imuno-histoquímica.** An. Bras. Dermatol. 2001 Dez;86(6):1129-33.

PREISSIG J, HAMILTON K, MARKUS R. **Current Laser Resurfacing Technologies: A Review that Delves Beneath the Surface.** Semin Plast Surg. 2012 Aug;26(3):109-16.

RABE JH, MAMELAK AJ, MORISON WL, SAUDER DN. Photoaging: Mechanisms and repair. Journal of the American Academy of Dermatology. 2006;55(1)1-19.

RITTIÉ L, FISHER GJ. **Natural and sun-induced aging of human skin.** Cold Spring Harb Perspect Med. 2015 Jan 5;5(1):153-7.

SAEDI N, PETRELL K, ARNDT K, DOVER J. **Evaluating facial pores and skin texture after low-energy nonablative fractional 1440-nm laser treatments.** J Am Acad Dermatol. 2013 Jan;68(1):113-8.

SEIRAFIANPOUR F, POUR MOHAMMAD A, MORADI Y, DEHGHANBANADAKI H, PANAH P, GOODARZI A, MOZAFARPOOR S. **Systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials comparing efficacy, safety, and satisfaction between ablative and non-ablative lasers in facial and hand rejuvenation/resurfacing.** Lasers Med Sci. 2022 Jun;37(4):2111.

TANZI EL, WILLIAMS CM, ALSTER TS. **Treatment of facial rhytides with a nonablative 1,450-nm diode laser: a controlled clinical and histologic study.** Dermatol Surg. 2003 Feb;29(2):124-8.

TRELLES MA, MORDON S, VELEZ M, URDIALES F, LEVY JL. **Results of fractional ablative facial skin resurfacing with the erbium:yttrium-aluminium-garnet laser 1 week and 2 months after one single treatment in 30 patients.** Lasers Med Sci. 2009 Mar;24(2):186-94.

WANG Y, ZHENG Y, CAI S. **Efficacy and safety of 1565-nm non-ablative fractional laser versus long-pulsed 1064-nm Nd:YAG laser in treating enlarged facial pores.** Lasers Med Sci. 2022 Oct;37(8):3279-3284.