

Tratamento de rejuvenescimento por técnicas de laser thulium, radiofrequência e ultrassom microfocado

Rejuvenation treatment by thulium laser, radiofrequency and microfocused ultrasound techniques

Giovanna Visconti de Almeida

Discente do Curso de Bacharel em Estética e Cosmética.

Ana Carolina Canteiro Lauri

Discente do Curso de Bacharel em Estética e Cosmética. Email: ana.cclauri1@senacsp.edu.br

Márcia Freire dos Reis Gorny

Docente de Bacharel em Estética e Cosmética. Email: marcia.fgorny@sp.senac.br

Giovanna Santos Dorigo

Docente de Bacharel em Estética e Cosmética. Email: giovanna.sdorigo@sp.senac.br

RESUMO

O envelhecimento natural da pele é algo inevitável, e há alguns fatores que aceleram esse processo, como por exemplo os extrínsecos e intrínsecos. A busca por procedimentos não invasivos cresce, por oferecerem resultados rápidos e não necessitarem de tempo de recuperação. Este artigo tem como objetivo exibir os mecanismos de ação, parâmetros e ação no rejuvenescimento dos equipamentos ultrassom microfocado, radiofrequência e laser thulium no tratamento do envelhecimento cutâneo. É um estudo de caráter exploratório que envolve uma revisão bibliográfica fundamentada na literatura especializada obtida por meio de pesquisa em bases de dados, revistas e periódicos. Os equipamentos apresentados são eficazes no tratamento do envelhecimento, entretanto deve-se avaliar o objetivo principal do equipamento a fim de obter o resultado mais satisfatório.

Palavras-chave: “Envelhecimento”, “Ultrassom Microfocado”, “Radiofrequência”, “Laser thulium”

ABSTRACT

The natural aging of the skin is inevitable, and there are some factors that accelerate this process, such as extrinsic and intrinsic factors. The search for non-invasive procedures grows, as they offer quick results and no need for downtime. This article aims to show the mechanisms of action, parameters, and action in rejuvenation of microfocused ultrasound, radiofrequency and thulium laser devices in the treatment of skin aging. It is an exploratory study that involves a bibliographic review based on specialized literature obtained through research in databases, magazines and periodicals. The presented devices are effective in aging treatment, however the main objective must be evaluated in order to obtain more satisfactory results.

Keywords: “Skin aging”, “Micro Focused Ultrasound”, “Radiofrequency”, “Thulium

Introdução

A procura por métodos de rejuvenescimento da pele é algo recorrente ao longo da história, sendo observada desde as civilizações antigas, como a egípcia, grega e romana. Nessas sociedades, os ideais de beleza e juventude já influenciavam hábitos e práticas, muitos deles com o objetivo de minimizar os sinais aparentes do envelhecimento. Com o avanço dos séculos, essa preocupação com

a preservação da juventude foi intensificada pelo desenvolvimento científico e tecnológico, o que possibilitou o surgimento de procedimentos modernos e menos invasivos para enfrentar os efeitos da idade.

O envelhecimento da pele é um processo natural e inevitável, determinado tanto por fatores internos — como herança genética e envelhecimento cronológico — quanto por elementos externos, como a exposição solar, poluição ambiental, tabagismo, alimentação desequilibrada e estilo de vida inadequado. Esses aspectos comprometem a integridade e o funcionamento da pele, resultando no surgimento de rugas, flacidez, manchas e perda de elasticidade. Diante desse cenário, a área da estética e cosmética tem investido no desenvolvimento de tecnologias que possibilitam intervenções mais eficazes e com menor grau de invasividade, visando retardar ou até reverter os sinais do envelhecimento.

Entre as técnicas mais atuais voltadas ao rejuvenescimento da pele, destacam-se o laser thulium, a radiofrequência e o ultrassom microfocado. Esses métodos vêm ganhando popularidade por oferecerem resultados eficazes com alto nível de segurança. Cada uma dessas abordagens atua em diferentes camadas da pele, estimulando a síntese de colágeno e elastina — substâncias fundamentais para manter a firmeza e elasticidade. O laser thulium é especialmente eficaz na uniformização da textura da pele e na atenuação de manchas, enquanto a radiofrequência e o ultrassom microfocado contribuem para a tonificação e o efeito lifting, sem a necessidade de procedimentos invasivos como as intervenções cirúrgicas.

A partir de uma revisão bibliográfica, este estudo propõe-se a analisar os fatores que norteiam a escolha de tratamentos para o rejuvenescimento facial. Como resultado, busca-se apresentar um panorama sobre a eficácia e aplicabilidade dessas tecnologias no contexto do envelhecimento da pele e da estética atual.

1. MARCO TEÓRICO

FISIOLOGIA DA PELE

A pele, o maior órgão do corpo humano, desempenha papéis fundamentais na proteção, regulação da temperatura e percepção sensorial. Sua estrutura complexa, composta por várias camadas, permite-lhe ser tanto uma barreira física contra agentes externos quanto um órgão sensorial crucial para a interação com o ambiente. De acordo com Madison (2003), "a pele não é apenas uma camada de proteção, mas também um sistema dinâmico, em constante adaptação às necessidades do organismo e às condições ambientais." A pele pode oferecer diferentes funções como proteção, absorção de luz ultravioleta, barreira à prova d'água, controle térmico, absorção e secreção de líquido e funções estéticas e sensoriais.

Como funções estéticas e sensoriais, consideramos a aparência, o toque, a maciez, a exalação

(Harris, 2016) Dessa maneira, a pele pode ser compreendida como uma fronteira mediadora entre o organismo e o meio externo.

A pele é segmentada em três regiões principais: a epiderme, a derme e a hipoderme, camada mais profunda caracterizada pela predominância de adipócitos. (Pereira et al., 2017)

A epiderme é a camada mais externa, formada por tecido epitelial. Nela estão presentes os melanócitos, queratinócitos e células de Langerhans e Merkel. É avascular, sendo nutrida pela permeação dos nutrientes oriundos da derme por capilaridade. Sua renovação ocorre aproximadamente entre 40 e 56 dias. Sua espessura pode variar conforme a região do corpo, sendo mais espessa em regiões submetidas a intensa fricção, como nas palmas das mãos e plantas dos pés, e mais fina em áreas como o rosto. (Rouselle, et al., 2023)

Segundo Harris (2016), a epiderme é formada por cinco camadas: estrato córneo, estrato lúcido, estrato granuloso, estrato espinhoso e estrato germinativo.

A camada periférica da epiderme é o estrato córneo, formado por células mortas e ricas em queratina. Estas células, altamente achatadas e semelhantes a escamas, funcionam como uma barreira física contra patógenos e agentes químicos. (Madison, 2003)

Abaixo do estrato córneo, encontra-se o estrato lúcido, caracterizado por células transparentes, achatadas e anucleadas, cuja transparência é atribuída à abundância de queratina presente. (Kligman, 1976) Já o estrato granuloso contém células que apresentam grânulos de querato-hialina, responsáveis pela formação de uma barreira adicional contra a perda de água. O estrato espinhoso, por sua vez, confere resistência à pele e é nomeado devido à aparência das suas células, que possuem extensões que se assemelham a espinhos. (Madison, 2003)

A camada basal, ou estrato germinativo, é a mais profunda da epiderme e é formada por células-tronco que geram novas células, as quais se diferenciam para formar as camadas superiores. (Blanpain et al., 2006)

A derme, localizada abaixo da epiderme, é composta por tecido conjuntivo e contém células como fibroblastos, histiócitos e mastócitos, além de nervos, vasos sanguíneos e linfáticos, folículos pilosos e glândulas sudoríparas. (Jiang et al., 2021) Ela se divide em duas camadas: a camada papilar e a camada reticular. A união entre a epiderme e a derme é mediada pela membrana basal, que proporciona suporte estrutural à epiderme. (Blanpain et al., 2006) A derme também é altamente vascularizada, o que garante a nutrição da epiderme.

A hipoderme, por fim, é formada principalmente por tecido adiposo, desempenhando funções como armazenamento de reservas energéticas, regulação da temperatura, proteção e suporte. (Bologna et al., 2012)

CARACTERÍSTICAS GERAIS DO ENVELHECIMENTO DA PELE

O envelhecimento natural da pele é algo inevitável, e há alguns fatores que aceleram esse

fatores externos como estresse, poluição, tabagismo, alcoolismo, hábitos alimentares, usos de alguns cosméticos e medicamentos de forma errada e radicais livres, já o intrínseco está relacionado com a genética e idade. (Sánchez, 2013)

Na epiderme ocorre o enfraquecimento dos melanócitos causando manchas brancas na pele, pela ausência de melanina. Os queratinócitos diminuem, por conta do achatamento das papilas dérmicas, e isso ocasiona uma pele seca e impede a transferência de nutrientes entre as camadas da epiderme e derme, ocasionando adesão entre as camadas e consequentemente deixando a pele mais flácida e causará o aquecimento de rugas. (Machado, 2014)

Devido a redução de atividades dos fibroblastos a espessura da pele diminui, causando a redução de colágeno e elastina, tornando a pele menos firme, menos elástica e reduzindo a vascularização, impedindo a troca de nutrientes entre capilares e células. (Velasco, 2023)

Os mastócitos (célula de defesa da derme) diminuem, fazendo com que as reações de hipersensibilidade cutânea sejam de difíceis manifestações. (Souza, 2019)

Os anexos cutâneos, glândulas sebáceas diminuem de tamanho. As glândulas sudoríparas também alteram com a idade, causando perda de controle. Os folículos pilosos sofrem uma descoloração dos pelos por conta da produção da melanina. (Santos, 2018)

As principais características do envelhecimento incluem:

Rugas e Linhas Finas: O surgimento de rugas é uma das manifestações mais visíveis do envelhecimento, resultantes pela diminuição da produção de colágeno e elastina, que são essenciais para a firmeza e elasticidade da pele. (Pillay et al., 2021; Kumar et al., 2021)

Alterações na Textura: A pele envelhecida tende a apresentar uma textura mais áspera, com perda de suavidade devido à diminuição na renovação celular e ao ressecamento. (Daniel et al., 2019; Villanueva et al., 2019)

Mudanças na Pigmentação: O envelhecimento está associado a alterações na coloração da pele, incluindo manchas senis e hiperpigmentação, resultantes da exposição acumulada à radiação UV e a fatores genéticos. (García-Botella et al., 2021; Richards et al., 2020)

Flacidez: A perda de elasticidade e firmeza da pele leva à flacidez, especialmente em áreas como o rosto e o pescoço. Isso ocorre devido à degradação das fibras de colágeno e elastina. (Weigand et al., 2020)

O envelhecimento da pele pode ser categorizado em diferentes estágios:

Envelhecimento Inicial (20-30 anos): Neste estágio, pequenas linhas podem começar a aparecer, especialmente ao redor dos olhos e boca. A produção de colágeno e elastina ainda é alta, mas começa a diminuir gradualmente. (Zou et al., 2017)

Envelhecimento Moderado (30-40 anos): As rugas começam a se tornar mais visíveis e a pele perde parte da sua elasticidade. A desidratação e a aparência de poros dilatados podem ser mais perceptíveis. (Kumar et al., 2021; Pillay et al., 2021)

Envelhecimento Avançado (40-60 anos): Neste estágio, as rugas se aprofundam, e a flacidez

da pele é mais evidente. A hiperpigmentação e manchas senis se tornam comuns, refletindo anos de exposição ao sol. (Daniel et al., 2019; Richards et al., 2020)

Envelhecimento tardio (acima de 60 anos): A pele apresenta sinais significativos de envelhecimento, como rugas profundas, perda de volume e textura áspera. A flacidez se acentua, e a habilidade de cicatrização da pele diminui consideravelmente. (Villanueva et al., 2019; Weigand et al., 2020)

REPARAÇÃO TECIDUAL

O mecanismo de ação de muitos tratamentos estéticos baseados em micro lesões ou inflamação controlada visa estimular a resposta do sistema imunológico, promovendo a produção de colágeno e elastina, o que colabora para a regeneração e a promoção do aspecto da pele.

O processo de cicatrização é complexo e dividido em fases bem definidas. A etapa inicial, conhecida como fase inflamatória, começa imediatamente após a lesão. Nesse estágio, ocorre dilatação dos vasos sanguíneos e recrutamento de neutrófilos, que desempenham um papel essencial na eliminação de agentes patogênicos por meio da liberação de espécies reativas de oxigênio. A resposta inflamatória atinge seu ápice entre o terceiro e o quarto dia, sendo que os neutrófilos são posteriormente substituídos por macrófagos. Estes últimos são fundamentais na liberação de citocinas, fatores de crescimento e no estímulo à formação de novos vasos sanguíneos, proliferação de fibroblastos e síntese da matriz extracelular. (Oliveira et al., 2012)

A partir do quarto dia, inicia-se a fase proliferativa, caracterizada por epitelização, angiogênese, formação de tecido de granulação e deposição de colágeno. A regeneração epitelial ocorre precocemente e, caso a membrana basal esteja íntegra, as células epiteliais migram superficialmente, reconstituindo a epiderme em até três dias. Em situações em que a membrana basal está comprometida, as células das bordas da ferida proliferam para restabelecer a barreira cutânea. A angiogênese envolve a migração de células endoteliais e formação de novos capilares sanguíneos, essenciais para a adequada oxigenação e nutrição do tecido. (Campos et al., 2007)

Na sequência da fase proliferativa inicia-se a formação do tecido de granulação, destacando-se a atuação dos fibroblastos e das células endoteliais. Os fibroblastos deslocam-se das áreas próximas à lesão e são estimulados pelo fator de crescimento derivado de plaquetas (PDGF). Em seguida, o fator de crescimento transformador beta (TGF- β) estimula a produção de colágeno tipo I, primordial para a estruturação do novo tecido. (Balbino et al., 2005)

A última fase, conhecida como remodelação ou maturação, tem duração média de 28 dias. Durante esse período, o colágeno tipo III é degradado e substituído por colágeno tipo I, mais resistente e organizado segundo as linhas de tensão do tecido. No entanto, a estruturação do colágeno no tecido cicatrizado não atinge o mesmo padrão da pele íntegra. (Campos et al., 2007)

Diversos fatores podem interferir negativamente nesse processo, como idade, condições

genéticas, tabagismo, diabetes, isquemia, infecção, técnica cirúrgica inadequada, pressão tecidual excessiva, deficiência vitamínica, uso de corticosteroides e desnutrição. (Oliveira et al., 2012)

COMO O ENVELHECIMENTO AFETA A CICATRIZAÇÃO

A cicatrização é mais demorada em pessoas de idade mais avançada, visto que a síntese de fibroblastos diminui com o envelhecimento. Os fatores de crescimento liberados por macrófagos, que estimulam a expressão de vários genes da matriz extracelular, têm seus níveis reduzidos no processo de envelhecimento. Há uma complicação para obter resultados em tratamentos estéticos que utilizam o princípio da injúria térmica ou inflamação controlada, considerando que o sistema imunológico pode ficar comprometido na senilidade. (Cunha, et al., 2015)

Segundo Levine (2020), pouco se sabe sobre os mecanismos biológicos que impactam a cicatrização. A complexidade de fatores que podem afetar esse processo dificulta a identificação e precisão em diagnósticos.

RADIOFREQUÊNCIA

A radiofrequência (RF) é uma tecnologia amplamente adotada na área da estética desde os anos 2000, sendo reconhecida por sua característica não invasiva e por oferecer uma variedade de aplicações, como o tratamento da flacidez, celulite, rejuvenescimento facial, cicatrizes e modelagem corporal. Seu funcionamento baseia-se na transformação da energia elétrica em calor, que penetra profundamente na pele. Esse aquecimento promove a retração das fibras de colágeno já existentes e estimula a neocolanogênese. (Fischer et al., 2016)

Uma das principais vantagens desse recurso é a obtenção de bons resultados estéticos proporcionar resultados estéticos satisfatórios sem recorrer a procedimentos cirúrgicos ou exigir longos períodos de recuperação, o que torna a RF uma alternativa atraente para quem busca intervenções com menor risco e desconforto (Souza et al., 2018). Existem diversos tipos de equipamentos que utilizam radiofrequência, sendo os mais comuns os dispositivos monopolares, bipolares e multipolares, cada um com indicações específicas para diferentes tipos de pele e objetivos. (Oliveira et al., 2017)

A técnica também tem se mostrado eficaz na atenuação de rugas ao redor dos olhos e na flacidez das pálpebras, apresentando bons resultados em estudos clínicos. (Tanaka et al., 2014) Além disso, a radiofrequência auxilia na melhora da circulação sanguínea, na oxigenação dos tecidos e na estimulação do colágeno, resultando em um efeito de firmeza imediata na pele. (Fritz et al., 2004)

No que diz respeito à segurança, os aparelhos mais modernos contam com controle térmico automatizado, o que reduz significativamente o risco de queimaduras e efeitos adversos. Pesquisas recentes também indicam que o uso combinado da radiofrequência com outras tecnologias, como o

ultrassom e o laser, potencializa os efeitos dos tratamentos, permitindo abordagens mais

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

individualizadas e eficazes. (Silva et al., 2020)

A produção científica mais recente destaca que a RF pode ser aplicada em diversos fototipos de pele, inclusive em peles sensíveis e em áreas delicadas como o pescoço e a região periocular. No entanto, a correta individualização dos parâmetros de aplicação é fundamental para garantir bons resultados e evitar possíveis complicações. (Melo et al., 2021)

MECANISMO DE AÇÃO

A radiofrequência abrange a radiação eletromagnética com frequências de 3 a 300 GHz. Seus principais efeitos nos tecidos são de natureza térmica, visando aquecer camadas específicas da pele para induzir a degeneração do colágeno. (Elsaie, 2009) Esse método não ablativo consiste na passagem de corrente pela derme para gerar pequenos ferimentos térmicos, estimulando assim a produção de colágeno e suavizando cicatrizes. (Araújo et al., 2015)

A monitoração da temperatura tecidual é fundamental durante a aplicação da radiofrequência para garantir sua eficácia e segurança. (Agne, 2009) O processo de reparação tecidual promovido pela RF envolve a ativação de fibroblastos, resultando na síntese de novas fibras de colágeno e elastina. (Sadick et al., 2014) Essa neocolagênese é essencial para o espessamento dérmico e a redução de irregularidades na pele. (Gold e Adelglass, 2014)

PARÂMETROS

De acordo com Borges (2010), o efeito lifting ocorre após a aplicação da radiofrequência nos locais onde há redução da elasticidade dos tecidos. Os resultados analisados com a aplicação da técnica, levam ao aumento da temperatura, redução da distensibilidade e aumento da densidade do colágeno, levando ao processo chamado de lifting da radiofrequência.

Os parâmetros variam de 0,3 MHz a 3 MHz, sendo o mais comum o uso de 1 MHz a 3 MHz para procedimentos faciais. A temperatura ideal para o estímulo de colágeno na derme profunda varia de 40° a 45° promovendo o resultado desejado do rejuvenescimento. Cada sessão de radiofrequência facial varia de 20 a 40 minutos dependendo da área tratada. (Souza et al., 2018)

AÇÃO NO REJUVENESCIMENTO

7

Conforme mencionado por Ullmann (2008) e Giraldo (2007), a radiofrequência é aplicada no dermatofuncional para combater a flacidez que afeta a pele do rosto, do pescoço e das mãos, um dos principais efeitos do envelhecimento. Esse método atua nas camadas mais profundas da pele, moldando as fibras de colágeno e reduzindo as rugas faciais. Esse conjunto de ações resulta na revitalização da pele, promovendo uma maior elasticidade e firmeza aos tecidos que contêm colágeno, além de estimular a formação de novas fibras de qualidade superior, melhorando a flacidez tanto no

corpo quanto no rosto.

Os equipamentos de radiofrequência possibilitam a contração das fibras colágenas sem a necessidade de cortá-las. Essa tecnologia utiliza a energia da radiofrequência para elevar a temperatura dos tecidos, promovendo uma retração não cirúrgica e o encurtamento do tecido sem comprometer a integridade da epiderme. Esse processo ocorre dentro dos limites térmicos e induz uma microinflamação que estimula a produção de colágeno. (Souza, et al., 2018)

Além disso, a radiofrequência utiliza o aquecimento para reduzir a gordura localizada, sendo eficaz no tratamento da flacidez em diversas regiões do corpo, como papada, abdômen, coxas e braços. Também contribui para a redução de rugas, melhora da celulite e definição do contorno corporal. (Agne, 2013; Veijabhinanta et al., 2013)

A técnica ainda promove vasodilatação induzida, aumentando a circulação sanguínea e linfática. Isso melhora a oferta de nutrientes e oxigenação dos tecidos, estimula a respiração celular e auxilia na eliminação de substâncias tóxicas, incluindo radicais livres, principais responsáveis pelo envelhecimento da pele. Como resultado, a radiofrequência favorece a regeneração cutânea, proporcionando um aspecto mais firme e saudável à pele envelhecida. (Agne, 2013)

ULTRASSOM MICROFOCADO

Ultrassom Microfocado (UMF) permite o aquecimento preciso das camadas média e profunda do tecido subcutâneo, sem romper a derme papilar e a epiderme. O UMF é utilizado idealmente para tratar a flacidez e gordura na pele. (Luccia, et al., 2023)

MECANISMO DE AÇÃO

O Ultrassom Microfocado estimula a neocolagênese, através de injúrias térmicas causadas a partir do meio da derme reticular ao sistema muscular aponeurótico - estrutura tridimensional de fibras de colágeno, fibras elásticas e células de gordura - que é um ótimo alvo para o tratamento de flacidez através de técnicas não invasivas. (Menezes et al., 2014)

Com uma temperatura ideal para desnaturação de colágeno, o Ultrassom Microfocado aquece os tecidos da derme profunda e camadas fibromusculares, incluindo o SMAS. (Khan et al., 2021)

O sistema muscular aponeurótico superficial está em contato com a gordura subcutânea e envolve os músculos da mímica facial, é composto de colágeno e fibras elásticas, igual que a derme, porém possui o diferencial de fornecer suporte e manutenção da sustentação da pele a longo prazo. (Daiane, 2016)

Com o aquecimento, as fibras desnaturadas de colágeno se contraem, ativando o sistema

imunológico e o fortalecimento da pele. Esse processo de neocolagênese auxilia na tonificação da pele, mascarando o envelhecimento.

Os disparos rápidos combinados com a entrega de frequência mais concentrada, permitem que a necrose isquêmica ocorra mais profundamente, deixando a epiderme e as camadas mais superficiais do tecido ileso. (Gliklich, et. al, 2007)

PARÂMETROS

O Ultrassom Microfocado tem parâmetros de energia de 0,4 - 1,2 J/mm², frequência de 4 - 10 MHz e atinge profundidade de 1,5 - 4,5mm. Pode aquecer o tecido a temperaturas acima de 60°C, criando pequenos pontos de coagulação térmica (<1 mm³) a uma profundidade de até 5 mm nas camadas reticular média e profunda da derme, além da subderme, sem afetar as camadas epidérmica e dérmica papilar da pele. (Fabi, 2015)

A profundidade de penetração é ajustada para atingir diferentes camadas da pele, como a derme, a hipoderme ou até a fáscia muscular. Para rejuvenescimento facial, as profundidades mais comuns são 1,5 mm para a epiderme, 3 mm para a derme superficial e 4,5 mm para a fáscia muscular. Essas configurações permitem que o ultrassom microfocado atue nas camadas específicas onde a flacidez e o envelhecimento da pele são mais pronunciados, estimulando a regeneração celular de forma eficiente. (Wu et al., 2016)

A profundidade alcançada pelo aparelho é determinada pela frequência das ondas. No Ultrassom Microfocado, a frequência utilizada é menor comparada ao Ultrassom Macrofocado, o que permite que a injúria térmica ocorra em camadas mais profundas da pele. A entrega de energia é mais concentrada, o que se torna mais eficaz no tratamento de flacidez. (Luccia, et al., 2023)

A durabilidade dos efeitos varia de paciente para paciente, mas em geral, os resultados podem ser vistos a partir de 6 a 12 semanas após o tratamento, com melhorias contínuas ao longo de 3 a 6 meses, conforme o colágeno e elastina se renovam nas camadas mais profundas da pele (Norton; Tanzi, 2018).

AÇÃO NO REJUVENESCIMENTO

9

O ultrassom microfocado tem demonstrado efeitos significativos no rejuvenescimento da pele, por sua eficácia em promover a renovação e o aumento do colágeno nas camadas internas da derme. Essa técnica não invasiva utiliza ondas de ultrassom focalizadas em pontos precisos da pele, proporcionando um aquecimento controlado que penetra até a fáscia muscular. Esse processo induz

uma reação térmica que ativa os fibroblastos, células encarregadas pela produção de colágeno, o que provoca um incremento na firmeza e elasticidade da pele. (Choi et al., 2015)

De acordo com Geronemus et al. (2015), o ultrassom microfocado tem efeitos visíveis no rejuvenescimento facial, como a redução da flacidez e a melhoria da definição do contorno facial. A técnica também tem sido associada à redução das rugas e linhas de expressão, sobretudo nas áreas ao redor dos olhos e na região da mandíbula, que são as mais prejudicadas pelo envelhecimento. O mecanismo de ação envolve não apenas a estimulação da produção de colágeno, mas também a reorganização das fibras colágenas existentes, proporcionando uma textura mais uniforme e tonificada à pele. (Norton e Tanzi, 2018)

Ademais, o UMF tem a vantagem de não exigir tempo de recuperação, dado que a pele não sofre dano superficial, e os resultados começam a ser visíveis após algumas semanas, com melhorias contínuas ao longo de três a seis meses. Essa eficiência de produzir efeitos duradouros e naturais faz do ultrassom microfocado uma alternativa atraente para quem busca rejuvenescimento sem recorrer a procedimentos invasivos. (Wu et al., 2016)

LASER THULIUM

O Laser Thulium é um sistema de laser fracionado de Thulium com comprimento de onda de 1927nm, projetado para tratamentos estéticos e dermatológicos, como rejuvenescimento da pele, resurfacing e tratamento de hiperpigmentação. (Boehm, et al., 2019)

O Laser Thulium combina diferentes comprimentos de onda e modos para fornecer uma abordagem versátil e eficaz para uma gama de procedimentos. Sua capacidade de tratar diferentes tipos e condições de pele o torna uma ferramenta valiosa em clínicas dermatológicas e clínicas de estética. (Gold, et al., 2017)

MECANISMO DE AÇÃO

O laser de Thulium, têm como principal alvo a água nos tecidos, diferentemente de outras tecnologias que atuam na melanina ou na hemoglobina. Isso quer dizer que a energia do laser é absorvida principalmente pela água presente na pele, tornando o procedimento mais seguro, seletivo e eficaz nas camadas da pele. O Laser Thulium, com comprimento de onda de 1927nm, também tem forte afinidade pela água e se destaca por sua capacidade de atuar diretamente na epiderme, especialmente na camada basal, onde fica a melanina. Quando entramos em contato com a água, ela aumenta a temperatura da região, causando a vaporização dos tecidos e levando à destruição seletiva

das células que possuem pigmento. Essa técnica é bastante eficiente no tratamento de manchas e diferenças de tonalidade na pele, pois consegue remover a melanina acumulada na camada mais superficial, sem causar danos significativos à estrutura da pele. Após esse aquecimento controlado, a melanina é eliminada de forma gradual, o que ajuda a clarear e dar mais brilho à pele, geralmente com pouca descamação. Por ser uma ação seletiva e preservar a camada externa da pele, esse procedimento costuma ter um tempo de recuperação menor, além de oferecer resultados seguros e visíveis para quem realiza o tratamento. (Lavieen, 2024)

BENEFÍCIOS

Os principais benefícios do tratamento com Lavieen incluem:

Cicatrização Rápida: Como é um laser não ablativo, os pacientes geralmente experimentam menos dor e um período de recuperação reduzido, o que o torna uma opção atraente para quem busca resultados rápidos com mínimo tempo de inatividade. (Lavieen, 2024)

Customização do Tratamento: Os parâmetros do laser podem ser ajustados para atender às necessidades específicas de cada paciente, permitindo uma abordagem mais personalizada para o tratamento de diversas condições dermatológicas. (Jung et al., 2022)

Baixos Riscos de Efeitos Colaterais: De modo geral, o Lavieen apresenta um reduzido risco de efeitos secundários, como hiperpigmentação ou cicatrização irregular, que podem ocorrer com demais tipos de lasers. (Lavieen, 2024)

PARÂMETROS

Para tratamento de envelhecimento, os parâmetros utilizados variam de acordo com o fototipo, sendo completamente personalizáveis para atender cada indivíduo. A duração de pulso utilizada é entre 600 e 1100, enquanto a potência varia entre 6W e 10W. A aplicação é feita no modo contínuo do equipamento, tendo seu *endpoint* quando a pele apresenta eritema. (Rodrigues, 2024)

AÇÃO NO REJUVENESCIMENTO

Segundo Friedman et al. (2021), o uso de laser não ablativo atua sobre a água como cromóforo, gerando um efeito fototérmico que forma áreas cônicas de coagulação na epiderme e derme superior, preservando o estrato córneo. Essa preservação mantém a integridade da pele, reduzindo danos superficiais e acelerando a recuperação.

O aquecimento controlado destrói melanócitos na camada basal da epiderme na zona de tratamento microscópico, promovendo renovação celular. Entre o segundo e o terceiro dia ocorre leve descamação, e entre o terceiro e sétimo dia, micro descamação, que resulta em efeito clareador e melhora na textura e tonalidade da pele. A energia térmica na derme papilar estimula a neocolagênese, com formação de novas fibras de colágeno, o que reduz poros e linhas de expressão, melhorando a elasticidade e promovendo aparência rejuvenescida. (Santos, 2024)

2. MATERIAL E MÉTODO

A metodologia utilizada foi levantamento bibliográfico, através da pesquisa de artigos em base de dados como PubMed, Google Acadêmico, Scientific Electronic Library Online (SciELO), livros e periódicos que abordam os temas estudados, publicados entre 2004 e 2024. A busca foi realizada pelas palavras-chaves: "Ultrassom microfocado", "Radiofrequência", "Laser Thulium", "Pele" e "Envelhecimento". Os critérios de inclusão são publicações em português e inglês, artigos de ensaio clínico e levantamentos bibliográficos com foco na área da estética e saúde. Objetivando levantamento de dados sobre o mecanismo de ação dos três métodos de tratamento de envelhecimento abordados neste projeto. A partir disso, ocorre a discussão de resultados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para obter estes resultados, foram selecionados 77 artigos científicos que abordam os temas apresentados por esta revisão bibliográfica.

O Laser Thulium é um laser não ablativo, e seu principal objetivo é a melhora na textura da pele, linhas de expressão e fotoenvelhecimento. Diferente dos equipamentos de Ultrassom Microfocado e Radiofrequência, que o principal objetivo é o estímulo de colágeno, melhorando a flacidez cutânea, e a diminuição de gordura.

Além disso, o Laser Thulium é indicado para todos os tipos de pele, seguindo os parâmetros indicados. O seu tempo de recuperação é reduzido, permitindo que o paciente retome suas atividades cotidianas quase imediatamente. Seu efeito cumulativo também é um diferencial, já que os resultados se intensificam com sessões regulares.

Já o Ultrassom Microfocado, por atuar em camadas mais profundas da pele, é especialmente indicado para lifting facial não cirúrgico. Ele é ideal para pacientes que buscam uma melhora mais significativa da flacidez, com efeitos visíveis logo após a primeira sessão e resultados progressivos nos meses seguintes. No entanto, por ser um investimento mais alto, muitas vezes é reservado para

áreas específicas com maior grau de flacidez.

A Radiofrequência, por sua vez, é uma ótima opção para quem procura um tratamento mais acessível e progressivo. Embora demande mais sessões para alcançar resultados comparáveis ao Ultrassom Microfocado, é altamente eficaz quando realizada com regularidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desse estudo, nota-se que procedimentos estéticos não invasivos destinados ao rejuvenescimento estão se estabelecendo como opções seguras, eficientes e cada vez mais aceitos no campo da estética. Tecnologias como o Ultrassom Microfocado, a Radiofrequência e o Laser Thulium, permitem o estímulo da produção de colágeno e elastina, resultando em melhoria na firmeza, textura e aspecto geral da pele, de maneira sutil e natural. (Fonseca, et al, 2018)

Essas técnicas oferecem vantagens estéticas significativas sem perturbar a rotina dos pacientes, graças à sua baixa invasividade e ao tempo de recuperação breve. Este conjunto de elementos contribui diretamente para o aumento da procura por esses procedimentos por indivíduos que procuram rejuvenescimento facial sem recorrer a procedimentos cirúrgicos. (Erkiert-Polguj et al., 2019)

No entanto, é crucial que tais tratamentos sejam conduzidos por profissionais competentes, com orientação apropriada sobre os cuidados antes e depois do procedimento, para assegurar a efetividade dos resultados e a proteção do paciente. (Luccia, et al., 2023)

Assim, conclui-se que as técnicas de rejuvenescimento não invasivas são uma estratégia moderna, acessível e personalizada, que atende às necessidades estéticas atuais por procedimentos eficientes, com menor risco e maior conforto.

REFERÊNCIAS

1. AGNE, J. E. *Tecnologias estéticas: radiofrequência e redução de gordura localizada*. São Paulo: Editora Andréoli, 2013.
2. ALMEIDA, R. F.; LIMA, A. C.; COSTA, P. D. Fases da cicatrização: A resposta inflamatória e seu impacto na regeneração tecidual. *Revista Brasileira de Cirurgia Plástica*, v. 35, n. 2, p. 211-218, 2020.
3. ALVES, Dalton Gonçalves Lima et al. *Estrutura e função da pele*. Medicina Ambulatorial IV. Montes Claros-MG: Dejan Gráfica e Editora, 2019.
4. APOLINÁRIO, Amanda Fernandes. *Ultrassom microfocado no tratamento do envelhecimento facial: uma revisão integrativa*. 2020.
5. ARACO, Antonio. Prospective Study on Clinical Efficacy and Safety of a Single Session of Microfocused Ultrasound With Visualization for Collagen Regeneration. *Aesthetic*

Surgery Journal, v. 40, n. 10, p. 1124–1132, 2020.

6. BALBINO, Carlos Aberto; PEREIRA, Leonardo Madeira; CURI, Rui. Mecanismos envolvidos na cicatrização: uma revisão. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 1-10, jan./mar. 2005.

7. BLANPAIN, Cédric; FUCHS, Elaine. Epidermal Stem Cells of the Skin. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, Palo Alto, v. 22, p. 339-373, 2006.

8. BOEHM, S. L.; BITTNER, R. R. Fractional laser treatment of the skin: Indications and techniques. *Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*, v. 12, n. 8, p. 15-22, 2019.

9. BOLOGNIA, J. L.; JORIZZO, J. L.; SCHAFFER, J. V. *Dermatology* (3. ed.). Elsevier, 2012.

10. BORGES, F. Fisioterapia Dermato-Funcional: Modalidades Terapêuticas nas Disfunções Estéticas. Editora Phorte. São Paulo, v. 1, p. 33-127, 2010.

11. CAMPOS, Antonio Carlos Ligocki; BORGES-BRANCO, Alessandra; GROTH, Anne Karoline. Cicatrização de feridas. *ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)*, v. 20, n. 1, p. 51-58, 2007.

12. CHOI, S. Y.; LEE, J. H.; PARK, S. K. Clinical efficacy of microfocused ultrasound in skin rejuvenation. *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 14, n. 2, p. 144-150, 2015.

13. CUNHA, Marisa Gonzaga da; PARAVIC, Francisca Daza; MACHADO, Carlos A. Alterações histológicas dos tipos de colágeno após diferentes modalidades de tratamento para remodelamento dérmico: uma revisão bibliográfica. *Surg Cosmet Dermatol*, São Paulo, v. 7, n. 4, p. 285-292, 2015.

14. CUSTÓDIO, Antônio Luis Neto et al. *SMAS e Ligamentos da face - Revisão anatômica*. Aesthetic Orofacial Science, 2021.

15. DA CÂMARA, Vivianne Lira. *Anatomia e fisiologia da pele*. 2009.

16. DAIANE, Ketlin. *Utilização do ultrassom microfocado no tratamento dos sinais de idade: um estudo piloto*. Biblioteca Digital de TCC-UniAmérica, p. 1-23, 2016.

17. DANIEL, H. et al. Skin aging and its relation to oxidative stress. *Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*, v. 12, n. 8, p. 23-30, 2019.

18. ELSAIE, M. L. Cutaneous remodeling and photorejuvenation using radiofrequency devices. *Indian Journal of Dermatology*, v. 54, n. 3, p. 201-205, 2009.

19. ERKIERT-POLGUJ, Anna. Et al. A avaliação da elasticidade após radiofrequência não ablativa rejuvenescimento. *Jornal de dermatologia cosmética*, v. 18, n. 2, pág. 511-516, 2019.

20. FABI, Sabrina Guillen et al. Noninvasive Skin Tightening: Focus on New Ultrasound Techniques. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, v. 8, p. 47–52, 2015.

21. FABI, Sabrina Guillen et al. Practical Guidance for Optimizing Patient Comfort During Microfocused Ultrasound with Visualization and Improving Patient Satisfaction. *Aesthetic Surgery Journal*, v. 40, n. 2, p. 208–216, 2020.

22. FISCHER, T. C.; BRUGNERA, A. Aplicações da radiofrequência em tratamentos estéticos. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy*, v. 18, n. 5, p. 220-226, 2016.
23. FONSECA, E.; ALVES, J.; HASSE, R. O uso da radiofrequência no tratamento de rejuvenescimento facial. *Revista estética em movimento*, 2018.
24. FRANÇA, Jefersson da Silva; FRANÇA, Jessica Nathalia Chagas. Ultrassom microfocado no rejuvenescimento facial: uma revisão integrativa. 2020.
25. FRIEDMAN, P.M. et al Sistema de laser fracionado não ablativo com dopagem de érbio de 1.550 nm e túlio de 1.927 nm: melhores práticas e recomendações para cenários de tratamento. *Journal of Drugs in Dermatology*, v. 20, n. 1, p. 1-10, 2021.
26. FRITZ, M.; COUNTERS, J. T.; ZELICKSON, B. D. Radiofrequency treatment for middle and lower face laxity. *Arch Facial Plast Surg*, v. 6, n. 6, p. 370-373, 2004.
27. GARCÍA-BOTELLA, A. et al. Skin aging and photoprotection: The role of antioxidants in skin care. *Dermatology and Therapy*, v. 11, n. 5, p. 555-568, 2021.
28. GERONEMUS, R. G.; LEE, W. The use of microfocused ultrasound for skin tightening and lifting: A review of clinical results. *Journal of Drugs in Dermatology*, v. 14, n. 5, p. 456-463, 2015.
29. GIRALDO, M. *Estudo comparativo da técnica de radiofrequência em disfunções estéticas faciais*. *Revista Interdisciplinar de Estudo e Pesquisa em Saúde*, v. 2, n. 2, p. 120-138, 2013.
30. GLIKLICH, Richard E. et al. Clinical Pilot Study of Intense Ultrasound Therapy to Deep Dermal Facial Skin and Subcutaneous Tissues. *Archives of Facial Plastic Surgery*, v. 9, n. 2, p. 88-95, 2007.
31. GOLD, M. H.; ADELGLASS, J. Evaluation of safety and efficacy of the TriFractional RF technology for treatment of facial wrinkles. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy*, v. 16, n. 1, p. 2-7, 2014.
32. GOLD, M. H.; BIRON, J. A.; FITZPATRICK, R. E. The role of thulium lasers in dermatology. *Lasers in Surgery and Medicine*, v. 49, n. 3, p. 170-179, 2017.
33. HARRIS, Maria Inês. *Pele: do nascimento à maturidade*. Senac São Paulo, 2016.
34. JIANG, J.; WANG, Z.; ZHANG, L. Structure and function of the dermis in skin regeneration. *The Journal of Dermatology*, v. 48, n. 6, p. 724-734, 2021.
35. JUNG, C.; LEE, S.; PARK, S.; et al. *The Efficacy and Safety of a Thulium Laser for Skin Rejuvenation in Patients with Skin Aging and Photodamage*. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy*, v. 24, n. 2, p. 1-8, 2022.
36. KHAN, U.; KHALID, N. A Systematic Review of the Clinical Efficacy of Micro-Focused Ultrasound Treatment for Skin Rejuvenation and Tightening. *Cureus*, v. 13, n. 12, e20163, 2021.
37. KLIIGMAN, A. M. The structure of the skin. In: *The Biology of the Skin*, p. 14-44. R.

J. G. Jones & B. J. Williams (Eds.). Oxford University Press, 1976.

38. KUMAR, S. et al. Role of diet and nutrition in skin aging. *Cosmetics*, v. 8, n. 3, p. 25, 2021.
39. LUCCIA, Franca; GOTARDO, Luciana. *A eficácia do ultrassom microfocado no envelhecimento cutâneo*. Revista Científica de Estética e Cosmetologia, v. 3, n. 1, 2023. p. 106.
40. LAVIEEN. Manual do Usuário. Medsystems. São Paulo, Brasil. 2024. Disponível em: <https://medsystems.com.br/wp-content/uploads/2024/10/LAVIEEN-Manual.pdf>
41. MACHADO, A. C. et al. Estudo das alterações relacionadas com a idade na pele humana. *Jornais Brasileiros de Dermatologia*, v. 89, n. 5, p. 697-704, 2014.
42. MADISON, K. C. Barrier Function of the Skin: "La Raison d'Être" of the Epidermis. *Journal of Investigative Dermatology*, v. 121, n. 2, p. 231-241, 2003.
43. MELO, D. F.; FONSECA, L. A. Protocolos personalizados de radiofrequência para rejuvenescimento facial e tratamento da flacidez no pescoço. *Aesthetic Science Journal*, v. 16, n. 4, p. 99-106, 2021.
44. MENEZES, Denise Martins de; OLIVEIRA, Larissa Mendonça de; VERONEZI, Láuscea Regina; NOGUEIRA, Marcia Vivianne; BARBOSA, Chrystianne Rabelo Lima; RIBEIRO, Henrique Rodrigues; MAIA, Juliana Lemos; NOBRE, Rayana Viana Cavalcante;
45. MONTEZUMA, Gina Elayne Silva; SANTOS, Marcelo Januzzi. *Emagrecimento facial não invasivo com ultrassom microfocado*. Revista FT Ciências da Saúde, v. 28, n. 137, p. 31-08, ago. 2024.
46. MURAO, Renata Mayumi. *Efeitos do Ultrassom Microfocado no Rejuvenescimento Facial*. 2021.
47. NÉRI, Júlia dos Santos Vianna et al. Aplicação do ultrassom microfocado no rejuvenescimento facial: uma revisão da literatura. *Revista Fluminense de Odontologia*, v. 1, n. 60, p. 137-146, 2023.
48. NORTON, S.; TANZI, E. Non-invasive treatment options for facial aging: A review of ultrasound and radiofrequency technologies. *Dermatologic Surgery*, v. 44, n. 3, p. 365-373, 2018.
49. OLIVEIRA, C. L.; SANTOS, F. M.; BRAGA, L. E. Tecnologias de radiofrequência para tratamento de flacidez e celulite. *Aesthetic Medicine Journal*, v. 14, n. 2, p. 78-85, 2017.
50. OLIVEIRA, Ilanna Vanessa Pristo de M.; DIAS, Regina Valéria da Cunha. Cicatrização de feridas: fases e fatores de influência. *Acta Veterinaria Brasilica*, Fortaleza, v. 6, n. 4, p. 267-271, 2012.
51. ONI, Georgette et al. Evaluation of a Microfocused Ultrasound System for Improving Skin Laxity and Tightening in the Lower Face. *Aesthetic Surgery Journal*, v. 34, n. 7, p. 1099–1110,

2014.

52. PEREIRA, M. M.; ALMEIDA, R. A.; COSTA, A. L. A estrutura da pele humana e suas implicações clínicas. *Revista de Dermatologia*, v. 92, n. 4, p. 293-301, 2017.
53. PERES, Flávia Nicéa Camarinha; PERES, Luciane Nicéia Camarinha. Os benefícios do uso da tecnologia no tratamento de rejuvenescimento facial - ultrassom microfocado. *Journal of Multidisciplinary Dentistry*, v. 13, n. 1, p. 134-141, 2023.
54. PILLAY, A. et al. The efficacy of various anti-aging treatments on the skin. *International Journal of Dermatology*, v. 60, n. 4, p. 435-445, 2021.
55. RICHARDS, L. et al. The impact of UV exposure on skin aging: A review of current knowledge. *Dermatologic Clinics*, v. 38, n. 4, p. 691-700, 2020.
56. ROCHA, J. C. T. Terapia laser, cicatrização tecidual e angiogênese. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*, v. 17, n. 1, p. 44-48, 2012.
57. RODRIGUES, Gislaine. Lavieen – Se torne expert. *Innovant Cursos*. 2024.
58. ROUSSELLE, P.; LAIGLE, C.; ROUSSELET, G. *The basement membrane in epidermal polarity, stemness, and regeneration*. 2023.
59. SADICK, N. S. et al. Bipolar and multipolar radiofrequency. *Dermatologic Surgery*, v. 40, p. S174-S179, 2014.
60. SÁNCHEZ, A. et al. Factores intrínsecos y extrínsecos implicados en el envejecimiento cutáneo. *Actas Dermo-Sifiliográficas*, v. 104, n. 1, p. 13-20, 2013
61. SANTOS, A. B.; SOUZA, R. F.; PEREIRA, J. C. Radiofrequência no tratamento de cicatrizes e estrias: uma abordagem prática. *Journal of Clinical Dermatology*, v. 17, n. 2, p. 88-95, 2016.
62. SANTOS, Ana Luiza Ramos de Moura dos. *Alterações nos anexos cutâneos durante o envelhecimento*. 2018.
63. SANTOS, Giovanna Laura Mortarelli. Revisão bibliográfica sobre o uso de laser Lavieen® e da aplicação de Polidesoxirribonucleotídeo (PDRN) na melhoria de disfunções cutâneas. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em em Ciências Biomédicas) – UNESP Botucatu, Brasil, 2024.
64. SASAKI, Gordon H. et al. Clinical Efficacy and Safety of Focused-Image Ultrasonography: A 2-Year Experience. *Aesthetic Surgery Journal*, v. 32, n. 5, p. 601-612, 2012.
65. SILVA, F. R.; MARTINS, G. P. Inovações no tratamento estético com radiofrequência: avanços e novas técnicas. *Revista Brasileira de Tecnologia Estética*, v. 22, n. 3, p. 56-65, 2020.
66. SILVA, T. P. et al. Eficácia da radiofrequência fracionada no rejuvenescimento facial:

uma revisão clínica. *Aesthetic Dermatology*, v. 10, n. 1, p. 33-40, 2019.

67. SOUZA, M. R.; SILVA, L. A.; FONSECA, R. J. Tratamentos faciais e corporais com o uso de radiofrequência: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Dermatologia Estética*, v. 19, n. 4, p. 112-120, 2018.

68. SOUZA, Suimey Alexia Silva; PINTO, Liliane Pereira; BACELAR, Isabela de Assis. *O uso da radiofrequência no rejuvenescimento facial – revisão de literatura*. *Revista Saúde em Foco*, v. 10, p. 569-574, 2018.

69. TANAKA, Y. et al. Treatment of skin laxity using multisource, phase-controlled radiofrequency in Asians: visualized 3-dimensional skin tightening results and increase in elastin density shown through histologic investigation. *Dermatol Surg*, v. 40, n. 7, p. 756-62, Jul 2014.

70. THE AESTHETIC GUIDE. Versatile fractional laser system benefits physicians and patients. Disponível em: *The Aesthetic Guide*. Acesso em: 16 out. 2024.

71. ULLMANN, A.; GIRALDO, M. *Radiofrequência no rejuvenescimento facial*. *Revista de Ciências da Saúde*, v. 10, p. 123-130, 2008.

72. VEIJABHINANTA, P. et al. *Estudo sobre a eficácia da radiofrequência no tratamento de flacidez e celulite*. *Journal of Aesthetic Medicine*, v. 12, n. 2, p. 87-92, 2013.

73. VELASCO, Rogério Gonçalves. Mecanismos multifatoriais do envelhecimento cutâneo. Instituto Velasco, 21 set. 2023.

74. VILLANUEVA, E. et al. Skin aging and oxidative stress: The impact of environment and lifestyle. *Journal of Aging Research*, v. 2019, p. 1-10, 2019.

75. WEIGAND, K. et al. Age-related changes in skin and the role of hydration. *Skin Research and Technology*, v. 26, n. 1, p. 1-8, 2020.

76. WU, W.; ZHANG, Q.; ZHUANG, Z. Effect of microfocused ultrasound treatment for skin rejuvenation: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 15, n. 4, p. 455-463, 2016.

77. ZOU, S. et al. Mechanisms of skin aging: A review. *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 16, n. 3, p. 337-342, 2017.