

FOTOTERAPIA COM DIODOS EMISSORES DE LUZ (LEDs) PARA O REJUVENESCIMENTO FACIAL

Anna Paula Resinentti Lourenço¹
Hewerlen Coelho Freicho Pinheiro²

RESUMO

O desejo de preservar a juventude é predominante na sociedade moderna, pois uma aparência jovem está associada à percepção de bem-estar e atratividade física. Com o envelhecimento, a degeneração de colágeno e de elastina levam ao aparecimento de ríntides, vincos, dobras e sulcos. As fibras de colágeno e de elastina perdem sua capacidade de recuperação; portanto, a elasticidade da pele diminui durante o processo de envelhecimento, causando flacidez. Dentre as tecnologias utilizadas para reverter esses sinais encontra-se a fototerapia (luz intensa pulsada, laser e diodos emissores de luz). A fototerapia com diodos emissores de luz é benéfica para uma ampla gama de condições médicas e estéticas. A modalidade de tratamento exibe um perfil de segurança excelente e pode ser utilizada com eficácia para o tratamento de acne, cicatrização de feridas após procedimentos cirúrgicos estéticos. Diante desses antecedentes, o objetivo deste trabalho foi revisar a literatura sobre a utilização dos LEDs para o rejuvenescimento facial.

Palavras-chave: terapia com luz de baixa intensidade, diodos emissores de luz, rejuvenescimento da pele.

ABSTRACT

The desire to preserve youth is prevalent in modern society, as a youthful appearance is associated with the perception of well-being and physical attractiveness. With aging, collagen and elastin degeneration lead to the appearance of rhytids, creases, folds and furrows. Collagen and elastin fibers lose their ability to recover; therefore, the skin's elasticity decreases during the aging process, causing sagging. Among the technologies used to reverse these signals is phototherapy (intense pulsed light, laser and light emitting diodes). Light-emitting diode phototherapy is beneficial for a wide range of medical and aesthetic conditions. The treatment modality exhibits an excellent safety profile and can be used effectively for the treatment of acne, wound healing after cosmetic surgical procedures. Given this background and, the aim of this work was to review the literature on the use of Light-Emitting Diode for facial rejuvenation.

Keywords: Low-level light therapy, light-emitting diodes, skin rejuvenation.

¹ Pós-graduanda do Curso de Especialização em Harmonização Orofacial pelo Instituto Friburguense de Pós-graduação – Nova Friburgo/RJ. Faculdade de Sete Lagoas – FacSete.

² Orientador. Professor de pós-graduação em Harmonização Orofacial, MSc em Implantodontia, com habilitação em Laserterapia.

1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo estocástico, incontrollável, inevitável e irreversível, que causa variações na aparência, na forma e na textura da pele. Alterações fisiológicas e morfológicas ocorrem em compostos de tecido esquelético e mole – os ossos, os ligamentos, músculos, fásia, gordura e pele. O início e a taxa dessas mudanças estruturais variam entre indivíduos de diferentes gêneros e etnias. Devido à heterogeneidade dos efeitos de cada uma dessas estruturas, é difícil determinar qual é o principal nas mudanças clínicas que ocorrem à medida que a face envelhece (Poon et al., 2015; Cotofana et al., 2016; Shin et al., 2019).

O envelhecimento da pele, em particular, é afetado por vários fatores ambientais, entre os quais a exposição à luz solar é um dos mais importantes. Esse processo, denominado “fotoenvelhecimento”, é sobreposto ao processo natural de envelhecimento (também conhecido como envelhecimento cronológico). Seus efeitos estão intimamente relacionados a várias influências ambientais e a características fenotípicas únicas do indivíduo (Poon et al., 2015).

A pele possui três camadas: epiderme, derme e tecido subcutâneo. Com o processo de envelhecimento, esses três componentes sofrem alterações degenerativas, sendo as alterações na derme as mais evidentes. Diferentemente da epiderme, que é composta por queratinócitos densos, a derme é composta, principalmente, por um componente acelular, a matriz extracelular (MEC). As fibras de colágeno são seu componente importante, representando 75% do peso seco da pele, fornecendo resistência à tração e à elasticidade. Na pele humana, o colágeno tipo I representa de 80 a 90% do total, enquanto o tipo III representa de 8 a 12% e o tipo V representa <5%. Normalmente, os feixes de colágeno aumentam de tamanho mais profundamente na derme. As fibras elásticas são outro elemento fibroso que compõe a MEC dérmica e retornam a pele a sua configuração normal após serem esticadas ou deformadas. Os outros componentes da MEC são os proteoglicanos (PGs) e os glicosaminoglicanos (GAGs), que são amorfos e envolvem e incorporam os elementos da matriz celular e fibrosa na derme. Embora representem apenas 0,2% do peso seco da derme, absorvem água até 1.000 vezes seu volume e desempenham um papel na regulação da ligação da água e na compressibilidade da derme. Os fibroblastos são células residentes na derme e diferenciam-se das mesenquimais. São responsáveis pela síntese e degradação das proteínas fibrosas

e amorfas da MEC. Sua função e interação com o meio ambiente são importantes para entender o mecanismo molecular do envelhecimento cutâneo (Quan, Fisher, 2015; Shin et al., 2019).

Com a idade, a espessura dérmica, a vascularidade e a celularidade também diminuem. A perda de colágeno dérmico e elastina compõe a maior parte da redução na espessura total da pele em adultos idosos. A espessura dérmica diminui na mesma proporção em ambos os gêneros. A atrofia da pele é marcada apenas após a quinta década da vida humana e mostra uma infinidade de alterações histomorfológicas, incluindo afinamento epidérmico, achatamento da junção dermo-epidérmica, perda de melanócitos e de células imunocompetentes de Langerhans. Há também alterações dérmicas, como redução da população de fibroblastos e glândulas sebáceas. A produção diminuída de ácido hialurônico leva a pele a perder sua capacidade de reter água. A atividade das glândulas sudoríparas e do óleo diminui, deixando a pele seca e com coceira potencial. O ressecamento da pele acentua as ríides. Com o envelhecimento, a degeneração de colágeno e de elastina levam ao aparecimento de ríides, vincos, dobras e sulcos. As fibras de colágeno e de elastina perdem sua capacidade de recuperação; portanto, a elasticidade da pele diminui durante o processo de envelhecimento. A perda da integridade estrutural da derme leva a um aumento da rigidez, diminuição da extensibilidade à torção e diminuição da elasticidade, propriedades essas que se deterioram mais rapidamente nas mulheres do que nos homens, com um aumento concomitante da vulnerabilidade a lesões por força de cisalhamento. Na pele mais velha, capilares e pequenos vasos sanguíneos regridem e se tornam mais desorganizados, a densidade desses vasos diminui e uma redução de 30% no número de seções transversais venulares por unidade de área da superfície da pele ocorre em áreas não expostas. O nível máximo de fluxo sanguíneo diminui à medida que os plexos capilares funcionais se perdem (Brennan, 2015; Vashi et al., 2016; Farage et al., 2017).

Assim, o desafio enfrentado pela ciência nos últimos anos tem sido o desenvolvimento de procedimentos e de tecnologias que visam retardar esses sinais e aumentem a qualidade de vida da pele envelhecida, alcançando uma pele saudável. Atualmente, os procedimentos em vigor objetivam promover um benefício cosmético e uma melhora na qualidade da pele, aumentando a autoestima, com redução de infecções cutâneas. Entre as tecnologias utilizadas estão os

dermocosméticos, além de equipamentos como radiofrequência, fototerapia (luz intensa pulsada, laser e diodos emissores de luz (LEDs)) e microagulhas (Mota et al., 2018).

A fototerapia, em seu sentido mais amplo, significa qualquer tipo de tratamento com qualquer tipo de luz (do grego *phos*, fotos 'luz'). A definição moderna, entretanto, tornou-se aceita como a utilização de baixos níveis incidentes de energia luminosa para obter um efeito atérmico e atraumático, mas clinicamente útil, no tecido. É um procedimento não invasivo que tem sido utilizado para a reparação e a cicatrização de tecidos. O tratamento baseia-se na utilização de um dispositivo emissor de luz, e os fótons resultantes são absorvidos pelos tecidos biológicos, promovendo ações fotoquímicas, fotofísicas e fotobiológicas (Calderhead, Vasily, 2016; Calderhead, 2018).

O mecanismo bioquímico preciso subjacente aos efeitos terapêuticos da fototerapia ainda não foi bem estabelecido. Há um corpo crescente de evidências que sugerem que o efeito primário é a estimulação dos citocromos mitocondriais que, por sua vez, iniciam as vias secundárias de sinalização celular. O resultado global é o aumento do metabolismo energético e melhora da viabilidade celular. A profundidade de penetração está, no máximo, em 810 nm e depois diminui porque a água absorve fótons, reduzindo a penetração nos tecidos. A resposta fotobiológica é determinada pela absorção de energia por certas moléculas de fotoaceitação ou cromóforos. A absorção de fótons converte a luz em sinais que podem estimular certos processos biológicos (Calderhead, Tanaka, 2017).

A fototerapia não é ablativa, nem promove efeitos térmicos, pois os dispositivos utilizados são os lasers e os LEDs de baixa potência; ou seja, não há dano cutâneo e não há necessidade de nenhum tempo de recuperação. A fototerapia com luz visível, como diodos emissores de luz (LEDs), está sendo utilizada atualmente para um amplo espectro de condições dermatológicas médicas e estéticas (Kim et al., 2016).

Os LEDs são produzidos em uma ampla gama de comprimentos de onda, desde ultravioleta (UV) até o espectro visível e infravermelho (247-1300 nm). Quando comparados ao laser, têm menor custo e têm sido utilizados em instrumentos que podem iluminar superfícies maiores. Na prática clínica, sua utilização aumentou significativamente para a cicatrização de feridas, reparo e rejuvenescimento de tecidos, uma vez que não causam trauma ou destruição de

tecidos. Foi sugerido que, se parâmetros adequados forem utilizados, a luz atua na regeneração da pele, modulando a atividade celular e a expressão do colágeno, com uma diminuição nas matrizes de metaloproteinases (Silveira et al., 2009; Wunsch et al., 2014; Mota et al., 2018).

Geralmente, os comprimentos de onda são escolhidos pela função necessária para a finalidade da terapia. Os na faixa azul (400-470 nm) são utilizados, principalmente, no tratamento da acne. Os na faixa verde (500-570 nm) mostraram sua capacidade de induzir a proliferação de fibroblastos, bem como a produção e maturação das fibras de colágeno. O alcance do infravermelho (700-1.200 nm) acelera o processo de cicatrização de lesões na pele, aumenta a proliferação da diferenciação celular e também contribui para o aumento da matriz extracelular (Mota et al., 2018).

A seleção de um comprimento de onda apropriado é crucial para a terapia, uma vez que as reações de luz exibem especificidade para os comprimentos de onda da irradiação. Devido à combinação de um elevado grau de penetração na pele e absorção pelos componentes da cadeia respiratória, a luz na gama espectral de 600 a 1.300 nm é útil para promover a cicatrização de feridas, a reparação de tecidos e o rejuvenescimento da pele (Opel et al., 2015).

Diante desses antecedentes e, devido à rápida expansão de intervenções faciais cosméticas minimamente invasivas, propôs-se revisar a literatura sobre a utilização dos LEDs para o rejuvenescimento facial.

2 MÉTODO

Na busca, foram utilizados, com combinações, no idioma inglês, os seguintes termos: '*Light-emitting diodes*' OR '*LED light*' OR '*Low-level light therapy*' OR '*LLLT*' OR '*phototherapy*' [MESH] AND '*aging humans*' AND '*skin rejuvenation*'. O recorte temporal foi de artigos publicados de 2015 a 2020. No entanto, foram examinados e incluídos estudos com data anterior, descritos nas referências da literatura pesquisada, se relevantes ao objetivo deste trabalho. Apenas artigos de texto completo foram analisados.

3 RESULTADOS

Foram encontrados 128 artigos e excluídos os trabalhos que abordavam a

aplicação de LEDs para outras aplicações que não o rejuvenescimento da face, tais como tratamentos médicos e cicatrização de feridas; selecionaram-se 29 artigos que abordavam a utilização de diodos emissores de luz no rejuvenescimento facial.

4 DISCUSSÃO

A pele começa a mostrar seus primeiros sinais de envelhecimento no final da década de 20 a 30 e geralmente apresenta rugas, despigmentação, telangiectasia e perda de elasticidade. Avci et al. (2013) apontaram que as características histológicas e moleculares comuns são a redução na quantidade de colágeno, fragmentação das fibras colágenas, degeneração elastótica das fibras elásticas, regulação positiva das metaloproteinasas da matriz (MMPs), especialmente MMP-1 e MMP-2, vasos dérmicos dilatados e tortuosos e atrofia e desorientação da epiderme. As influências cronológicas e ambientais são responsáveis pelo processo de envelhecimento da pele; no entanto, o dano fotográfico parece ser uma das causas mais importantes dessas alterações.

Diversas modalidades foram desenvolvidas para reverter os sinais dérmicos e epidérmicos do envelhecimento foto e cronológico. Calderhead & Vasily (2016) esclareceram que, embora se possa dizer que a derme sustenta a pele, é a epiderme que os pacientes veem no espelho, portanto, a menos que a epiderme possa ser renovada de alguma forma, os pacientes acabarão olhando para a mesma epiderme antiga e não ficarão felizes, não importa o quanto a melhora pode ser observada histologicamente nas estruturas dérmicas e no estado geral. A energia do LED tem que passar pela epiderme em seu caminho para a derme, e certos comprimentos de onda são conhecidos por afetar benéficamente as células da camada basal da epiderme, a saber, 590 nm amarelo, 633 nm vermelho e 830 nm infravermelho próximo.

Da mesma forma, Calderhead & Tanaka (2017) e Ablon (2018), o principal conceito da maioria dessas modalidades é a remoção da epiderme e a indução de uma forma controlada de ferida na pele, a fim de promover a biossíntese do colágeno e a remodelação da matriz dérmica e as intervenções mais utilizadas são ácido retinoico, um derivado da vitamina A, dermoabrasão, *peelings* químicos e *ressurfacing* a laser ablativo com laser de dióxido de carbono (CO₂) ou érbio:ítrio-alumínio-granada (Er:YAG) ou a combinação desses comprimentos de onda. No

entanto, Kim et al. (2013) argumentaram que esses procedimentos requerem cuidados intensivos após o tratamento, tempo de inatividade prolongado e podem levar a complicações como eritema duradouro, dor, infecção, sangramentos, escorrendo, queimaduras, hiper ou hipopigmentação e cicatrizes. Wunsch et al. (2014) advogaram que essas limitações criaram a necessidade do desenvolvimento de procedimentos alternativos de rejuvenescimento, mais seguros, mais efetivos, com menos efeitos colaterais, com cuidados mínimos no pós-operatório e tempo de inatividade, o que, por sua vez, levou ao surgimento de tecnologias de rejuvenescimento não ablativo. Opel et al. (2015), Calderhead & Vasily (2016) e Calderhead & Tanaka (2017) concordaram que o LED, que é uma nova fonte de luz para rejuvenescimento não térmico e não ablativo da pele demonstrou ser eficaz para melhorar rugas e flacidez da pele.

A utilização de fontes de LED com comprimentos de onda 590, 633 e 830 nm para o fotorrejuvenescimento atérmico aumentou rapidamente nos últimos anos. Conforme Barolet et al. (2009), Wunsch & Matuschka (2014), Opel et al. (2015) e Calderhead & Vasily (2016), em contraste com as modalidades de rejuvenescimento cutâneo ablativo traumático (por exemplo, *resurfacing* a laser) e não ablativo (por exemplo, luz intensa pulsada [LIP]) que induzem a reparação tecidual secundária, causando danos controlados na epiderme ou na derme, a fototerapia com LED é atraumática e ignora o passo destrutivo inicial ao estimular diretamente processos regenerativos na pele. Seus mecanismos de ação abrangem aumento da proliferação celular, migração e adesão. Nesse sentido, Calderhead & Vasily (2016) esclareceram que os tipos de células importantes para a regeneração da pele e dos tecidos são fibroblastos, queratinócitos e células imunes (mastócitos, neutrófilos e macrófagos), que podem ser estimuladas com comprimentos de onda específicos com significativas propriedades de penetração tecidual.

Na revisão de literatura realizada por Wunsch & Matuschka (2014), demonstrou-se que comprimentos de onda adicionais foram eficientes na alteração de funções celulares, como 570, 620, 680, 760 e 820 nm. As doses de tratamento variam significativamente, de 0,1 J/cm² para LED de 590 nm com uma sequência específica de pulsação, até 126 J/cm² para LED contínua de 633 nm. A potência da luz normalmente varia entre 1 e 1.000 mW, dependendo do tipo de fonte de luz e da aplicação. Em outra revisão da literatura, Opel et al. (2015) reportaram que os LEDs parecem afetar o metabolismo celular, desencadeando reações fotoquímicas

intracelulares. Os efeitos observados incluem aumento de trifosfato adenosina (ATP), modulação de espécies reativas de oxigênio, indução de fatores de transcrição, alteração da síntese de colágeno, estimulação da angiogênese e aumento do fluxo sanguíneo. Os LEDs vermelhos ativam o fator de crescimento de fibroblastos, aumentam o pró-colágeno tipo 1, aumentam a matriz metaloproteinase-9 (MMP-9) e diminuem a metaloproteinase antimatriz-1 (MMP-1). A luz âmbar fotomodulada altera a produção de ATP, expressão gênica e atividade de fibroblastos. Pensa-se que o aumento da produção de ATP seja mediado pela absorção de fótons pela protoporfirina mitocondrial IX. Os LEDs âmbar penetram na pele entre 0,5 e 2 mm. Grande parte de sua aplicação tem sido focada no fotoenvelhecimento e como uma terapia adjuvante no tratamento a laser. A luz azul parece exercer seu efeito sobre a acne por sua influência sobre o *Propionibacterium acnes* e suas propriedades anti-inflamatórias. *P. acnes* contém porfirinas que ocorrem naturalmente, principalmente coproporfirina e protoporfirina IX. Acredita-se que a absorção da luz azul por essas moléculas induza um efeito da terapia fotodinâmica natural (TFD) com a destruição das bactérias através da formação de radicais livres de oxigênio. A ação anti-inflamatória da luz azul parece ser o resultado de uma mudança na produção de citocinas. Acredita-se que a luz infravermelha próxima, também conhecida como energia infravermelha monocromática (MIRE), estimula a circulação, induzindo a liberação de guanilato ciclase e óxido nítrico, que, por sua vez, promove a vasodilatação e a produção de fatores de crescimento, bem como a angiogênese, levando à subsequente cicatrização de ferida. O tratamento com LED infravermelho próximo pode penetrar na pele entre 5 mm e 10 mm e utilizado para tratar feridas, úlceras, lesões recalcitrantes, esclerodermia cutânea e até tratamento da celulite; são frequentemente combinados com outros dispositivos de luz.

Bhat et al. (2005) determinaram a eficácia do tratamento facial com lâmpada LED no rejuvenescimento da pele de 23 voluntários que receberam tratamentos aleatórios de 20 minutos, três vezes por semana, durante três semanas a metade da face, com o lado não tratado atuando como controle. Foram realizadas avaliações regulares, com foco em parâmetros de satisfação do sujeito, avaliações fotográficas, elasticidade e hidratação da pele. Constataram que 91% dos voluntários relataram alterações visíveis. A avaliação fotográfica cega relatou uma resposta clínica em 59% deles. Russel et al. (2005) combinaram os comprimentos de onda de 633 nm e

830 nm com fluências de 126 J/cm² e 66 J/cm², respectivamente, para o rejuvenescimento facial. As melhorias na superfície da pele foram avaliadas na nona e 12^a semanas por profilometria realizada em modelos periorbitais. Os principais resultados da profilometria mostraram diferenças significativas na 12^a semana de acompanhamento, 52% dos indivíduos apresentaram uma melhora de 25% a 50% nas pontuações de fotoenvelhecimento na 12^a semana e 81% dos indivíduos relataram uma melhora significativa nas rugas periorbitais após a conclusão do acompanhamento.

O LED amarelo foi comprovadamente eficaz para o rejuvenescimento da pele em outros estudos. Weiss et al. (2005) descreveram sua experiência de dois anos com fotomodulação por LED de 590 nm e concluíram que reverteu os sinais de fotoenvelhecimento e que seu componente anti-inflamatório, em combinação com o componente regulador celular, ajudou a melhorar o resultado de outros tratamentos de rejuvenescimento à base de calor. Nesse estudo ocorreu um aumento médio de 28% na densidade do colágeno e uma redução de 4% nos níveis de metaloproteinase de matriz (MMP), enquanto Kim et al. (2016) indicaram que a irradiação de LED amarelo 595 nm pode produzir um aumento nos citocromos, que é um alvo primário na mitocôndria de fibroblastos, conseqüentemente levando à remodelação do colágeno subsequente.

Barolet et al. (2009) forneceram evidências para os efeitos fotobiomoduladores do tratamento com LED pulsado sequencialmente de 660 nm por meio de estudos *in vivo* e *in vitro* por meio de pele reconstruída tridimensionalmente em humanos. A exposição a LEDs de 660 nm ampliou significativamente a produção de colágeno em 31%, com concomitante decréscimo de 218% na produção de colagenase (MMP-1) em um modelo de pele humana reconstruída. Além disso, os resultados da quantificação da profilometria nos participantes mostraram que houve melhora de 97% na profundidade e gravidade das rugas no grupo tratado com LED de 660 nm e 46% de melhora no grupo não tratado.

Calderhead & Vasily (2016) demonstraram os efeitos anti-inflamatórios, reparadores, rejuvenescedores da pele e curativos promovidos pela luz vermelha. De acordo com esses autores, a combinação ideal, no rejuvenescimento da pele, seria, portanto, 590 nm aplicado primeiro para atingir especificamente a epiderme, seguido por 830 nm, que não só aumentará a atividade celular epidérmica, mas

também fotoativará mastócitos, macrófagos, neutrófilos (se presentes) e, claro, fibroblastos. Salientaram, entretanto, que se deve notar que o efeito não é instantaneamente visível; mas, por outro lado, o aumento da eficácia é observado ao longo de um acompanhamento de 12 semanas. Isso requer uma boa educação do paciente. Para a luz âmbar, um estudo publicado por Smith (2005) mostrou que é absorvido por queratinócitos, melanócitos, bem como pelas células de Merkel e Langerhans, que são de extrema importância na manutenção da epiderme. Lee et al. (2007) e Calderhead & Tanaka (2016) advogaram que para ambos os comprimentos de onda são absorvidos pelo citocromo c-oxidase; no entanto, consideraram que a luz vermelha penetra mais profundamente na pele do que a âmbar, devido à presença de melanina.

Por meio de fotorreceptor, Barolet (2018), ao descrever a ação do LED no interior da célula, reportou que absorve os espectros vermelho e infravermelho-próximo, situado no final da cadeia respiratória, denominado citocromo c-oxidase. Relativo ao grau de penetrância dos diferentes comprimentos de onda, o infravermelho possui maior penetrância nos tecidos.

Observou-se que expor os pacientes a uma combinação de comprimentos de onda LED é mais eficaz que a monoterapia. Um estudo prospectivo, controlado por placebo, duplo-cego e de face dividida foi conduzido por Lee et al. (2007), em pacientes randomizados com ríndes faciais para receber tratamentos com LED vermelho (640 nm), infravermelho próximo (830 nm), ambos ou simulados. Os pacientes demonstraram uma redução estatisticamente significativa na gravidade das rugas em todos os grupos de tratamento; 26%, 33% e 36%, respectivamente. A elasticidade da pele também melhorou. Os ensaios teciduais foram notáveis pelo aumento de colágeno e fibras elásticas adjacentes aos fibroblastos altamente ativos. As citocinas pró-inflamatórias interleucina 1 β (IL-1 β) e o fator de necrose tumoral- α (TNF- α) aumentaram enquanto a interleucina 6 (IL-6) diminuiu. Um estudo realizado por Tian et al. (2012) mostrou aumentos na expressão do colágeno tipo I e no número de fibroblastos viáveis, quando tratados com diferentes combinações de 630 nm, 830 nm e comprimentos de onda variados de luz vermelha e infravermelha. McDaniel et al. (2010) relataram que a combinação de comprimentos de onda específicos, especialmente luz âmbar (590 nm) e infravermelho próximo (870 nm) poderiam regular a expressão gênica de fibroblastos para aumentar o colágeno I e diminuir a MMP-1, mesmo se a fluência fosse tão baixa quanto 0,1 J/cm². Também

Pitassi (2016) reportou que trabalhos foram publicados sobre a utilização combinada de terapia LED de 633 e 830 nm no tratamento da pele fotoenvelhecida, demonstrando-se que a luz vermelha (633 nm) aumentou o fator de crescimento dos fibroblastos e a síntese de colágeno na pele. Nam et al. (2017) realizaram um ensaio clínico prospectivo, randomizado, duplo-cego, comparativo, que envolveu 52 pacientes adultos do gênero feminino, luz vermelha LED (660 nm, 5,17 J/cm², 7,5 mW/cm², ciclo de trabalho de 15%, 11,5 minutos) ou luz branca LED (411-777 nm, 7,5 mW/cm², ciclo de trabalho de 15%, 11,5 minutos) melhorou as rugas em três dos cinco parâmetros utilizando a análise digital, mas não houve mudanças na avaliação do médico.

5 CONCLUSÃO

A utilização de diodos emissores de luz (LEDs) demonstrou segurança, eficácia e a melhora da textura da pele, proporcionando um tratamento atraumático não ablativo, não térmico, com taxas significativas de satisfação dos pacientes. Trata-se de uma ferramenta valiosa para o rejuvenescimento da face fotoenvelhecida, mas é apenas uma dessas ferramentas. Esses sistemas são menos onerosos e de fácil utilização;

A literatura sugeriu que nenhuma modalidade isolada poderia realizar todos os eventos complexos necessários para o rejuvenescimento eficaz da pele; assim, a fototerapia combinada parece ser a melhor abordagem;

Parece que o comprimento de onda de 830 nm oferece propriedades muito interessantes em comparação outros, tornando-o o comprimento de escolha por causa de sua profundidade de penetração superior e maior número de células e alvos para fotoativar.

Pode ser considerada, portanto, uma opção de tratamento antienvhecimento disponível para aqueles que procuram o rejuvenescimento leve e agradável da pele apenas com luz.

REFERÊNCIAS

Ablon G. Phototherapy with light emitting diodes: treating a broad range of medical and aesthetic conditions in dermatology. *J Clin Aesthet Dermatol*. 2018 Feb;11(2):21-7.

Avci P, Gupta A, Sadasivam M, Vecchio D, Pam Z, Pam N et al. Low-level laser (light) therapy (LLLT) in skin: stimulating, healing, restoring. *Semin Cutan Med Surg*. 2013 Mar;32(1):41-52.

Barolet D, Roberge CJ, Auger FA, Boucher A, Germain L. Regulation of skin collagen metabolism in vitro using a pulsed 660 nm LED light source: clinical correlation with a single-blinded study. *J Invest Dermatol*. 2009 Dec;129(12):2751-9.

Barolet D. Photobiomodulation in dermatology: harnessing light from visible to near infrared for medical and aesthetic purposes. *Med Res Arch*. 2018 Jan;6(1):1-30.

Bhat J, Birch J, Whitehurst C, Lanigan SW et al. A single-blinded randomized controlled study to determine the efficacy of Omnilux revive facial treatment in skin rejuvenation. *Lasers Med Sci*. 2005;20(1):6-10. Epub 2005 May 21.

Brennan C. "Skin facts" to optimize aesthetic outcomes. *Plast Surg Nurs*. 2015 Jan-Mar;35(1):42-5.

Calderhead RG, Tanaka Y. Photobiological basics and clinical indications of phototherapy for skin rejuvenation. In: Tanaka Y, ed. *Photomedicine: Advances in Clinical Practice*. 1st ed. London, UK: IntechOpen; 2017:216-56.

Calderhead RG, Vasily DB. Low Level Light therapy with Light-Emitting Diodes for the aging face. *Clin Plast Surg*. 2016 Jul;43(3):541-50.

Calderhead RG. Current Status of Light-Emitting Diode phototherapy in dermatological practice. In: Nouri K. (eds) *Lasers in Dermatology and Medicine*. Springer, Cham; 2018.

Cotofana S, Fratila AA, Schenck TL, Redka-Swoboda W, Zilinsky I, Pavicic T. The anatomy of the aging face: a review. *Facial Plast Surg*. 2016 Jun;32(3):253-60.

Farage MA, Miller KW, Maibach HI. Degenerative changes in aging skin. In: *Textbook of aging skin*. Springer, Cham; 2017.

Kim SK, You HR, Kim SH, Yun SJ, Lee SC, Lee JB. Skin photorejuvenation effects of light-emitting diodes (LEDs): a comparative study of yellow and red LEDs in vitro and in vivo. *Clin Exp Dermatol*. 2016 Oct;41(7):798-805.

Lee SY, Park KH, Choi JW, Kwon JK, Lee DR, Shin MS et al. 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. *J Photochem Photobiol B*. 2007 Jul;88(1):51-67.

McDaniel DH, Weiss RA, Geronemus RG, Mazur C, Wilson S, Weiss MA. Varying ratios of wavelengths in dual wavelength LED photomodulation alters gene expression profiles in human skin fibroblasts. *Lasers Surg Med*. 2010 Aug;42(6):540-5.

Mota LR, Motta LJ, Duarte IDS, Horliana ACRT, Silva DFTD, Pavani C. Efficacy of phototherapy to treat facial ageing when using a red versus an amber LED: a protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open*. 2018 May 31;8(5):e021419.

Nam CH, Park BC, Kim MH, Choi EH, Hong SP. The efficacy and safety of 660 nm and 411 to 777 nm light-emitting devices for treating wrinkles. *Dermatol Surg*. 2017 Mar;43(3):371-380.

Opel DR, Hagstrom E, Pace AK, Sisto K, Hirano-Ali SA, Desai S, Swan J. Light-emitting Diodes: A Brief Review and Clinical Experience. *J Clin Aesthet Dermatol*. 2015 Jun;8(6):36-44.

Pitassi L. Light-Emitting Diode for Acne, Scars, and Photodamaged Skin. In: Issa M., Tamura B. (eds) *Lasers, Lights and Other Technologies. Clinical Approaches and Procedures in Cosmetic Dermatology*. Springer, Cham; 2016.

Poon F, Kang S, Chien AL. Mechanisms and treatments of photoaging. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 2015 Mar;31(2):65-74.

Quan T, Fisher GJ. Role of age-associated alterations of the dermal extracellular matrix microenvironment in human skin aging: A mini-review. *Gerontology*. 2015;61(5):427-34.

Russell BA, Kellett N, Reilly LR. A study to determine the efficacy of combination LED light therapy (633 nm and 830 nm) in facial skin rejuvenation. *J Cosmet Laser Ther*. 2005 Dec;7(3-4):196-200.

Shin JW, Kwon SH, Choi JY, Na JI, Huh CH, Choi HR, Park KC. Molecular mechanisms of dermal aging and antiaging approaches. *Int J Mol Sci*. 2019 Apr 29;20(9).

Silveira PCL, Silva LA, Tuon T, Freitas TP, Streck EL, Pinho RA. Effects of low-level laser therapy on epidermal oxidative response induced by wound healing. *Rev Bras Fisioter* 2009;13:281-7.

Smith KC. Laser (and LED) therapy is phototherapy. *Photomed Laser Surg*. 2005 Feb;23(1):78-80.

Tian YS, Kim NH, Lee AY. Antiphotaging effects of light-emitting diode irradiation on narrow-band ultraviolet B-exposed cultured human skin cells. *Dermatol Surg*. 2012 Oct; 38(10):1695-703.

Vashi NA, de Castro Maymone MB, Kundu RV. Aging differences in ethnic skin. *J Clin Aesthet Dermatol*. 2016 Jan;9(1):31-8.

Weiss RA, McDaniel DH, Geronemus RG, Weiss MA, et al. Clinical experience with light-emitting diode (LED) photomodulation. *Dermatol Surg*. 2005 Sep;31(9 Pt 2):1199-205.

Wunsch A, Matuschka K. A controlled trial to determine the efficacy of red and near-infrared light treatment in patient satisfaction, reduction of fine lines, wrinkles, skin roughness, and intradermal collagen density increase. *Photomed Laser Surg.* 2014 Feb;32(2):93-100.