



Efeitos do Light Emitting Diode na Reparação do Colágeno

FERREIRA, Ana Flávia ^[1], BOMFIM, Fernando Russo Costa do ^[2]

FERREIRA, Ana Flávia; BOMFIM, Fernando Russo Costa do. **Efeitos do *Light Emitting Diode* na Reparação do Colágeno**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 01, Vol. 01, pp. 151-163, Janeiro de 2018. ISSN:2448-0959

RESUMO

O processo de envelhecimento da pele é um fenômeno biológico, que ocorre por dois tipos de fatores: os intrínsecos que são fatores genéticos e os extrínsecos são fatores ambientais a que somos expostos, como por exemplo: a poluição do ar e a luz solar, que é a causadora do fotoenvelhecimento. Como consequência há o surgimento de rugas, sulcos, manchas e talangectasias. Histologicamente temos a diminuição na quantidade de colágeno, que torna-se frágil e fragmentado. O colágeno representa de 70% a 80% do peso da derme e encontra-se na forma de uma grande massa na matriz extracelular; ele está depositado na forma de fibras grandes, arranjadas em feixes e é composto por cerca de 12 tipos, sendo mais presentes na derme os tipos 1, 3, 4, 5 e 7. Com a idade o ritmo de auto reparo do organismo diminui, a principal característica da senescência é o declínio da capacidade funcional do organismo e então precisamos da ajuda de procedimentos estéticos para nos auxiliar. Muitos profissionais enfatizam o uso de agentes físicos e modalidades eletroterapêuticas para o reparo tecidual. A terapia com luz vem sendo bastante aplicada no tratamento de muitas doenças inflamatórias e há pouco tempo no fotoenvelhecimento. Nos últimos anos o LED (diodo emissor de luz) tem sido estudado por pesquisadores e vem demonstrando grande aplicabilidade fotobiomoduladora, por estimular a cicatrização e síntese proteica incluindo o colágeno. Este estudo realizará uma revisão integrativa da literatura através de sites de busca indexados como Scielo, Pubmed, Lilacs com os seguintes termos: colágeno, LED e envelhecimento. O LED é uma alternativa indolor e rápida que modifica sem efeito térmico a atividade celular, mais especificamente atingindo as mitocôndrias (fotobiomodulação/biomodulação celular); e o tratamentos com LED possui baixo custo e apresenta resultados superiores atribuídos por alguns autores quando comparados por exemplo a laserterapia.

Palavras-Chave: LED, Colágeno.

INTRODUÇÃO

A pele humana é uma estrutura complexa que exerce diversas funções, entre elas as principais são delimitação, isolamento de estruturas internas do ambiente externo, funções sensoriais e absorção de luz. Ela é dividida em epiderme (camada mais externa) que se subdivide em camada basal, camada espinhosa, camada granulosa e camada córnea; derme (tecido conectivo que nutre a epiderme) e hipoderme (tecido adiposo) (RIBEIRO, 2010).

Durante toda a vida a pele está em constante renovação através de atividades celulares que acontecem nas camadas mais profundas do tecido. Nas diferentes partes do corpo ela varia em textura, pigmentação, sensibilidade e flexibilidade. A camada que mais sofre com estímulos do ambiente externo é a camada mais superficial, onde estão localizadas as terminações nervosas livres, que são responsáveis pelo tato, conhecidos como corpúsculos de Meissner (MONTAGU, 1988).

Dentro dos fatores que causam o envelhecimento da pele podemos citar defeitos genéticos, o surgimento de doenças e a expressão de genes do envelhecimento, explicados por teorias como a dos radicais livres que comprova a toxicidade do oxigênio para o organismo; além desta teoria podemos citar a do encurtamento dos telômeros e a teoria do envelhecimento mitocondrial (lesões acumuladas no DNA impedem a produção de energia da célula); a exposição solar potencializa estes processos (HERRIS, 2009).

O envelhecimento cutâneo é um processo biológico que pode ocorrer por dois fatores: intrínseco (genético) e extrínseco (fatores ambientais); em ambos os fatores há a atuação dos radicais livres (sendo mais ou menos reativos de forma que os mais reativos provocam danos maiores). Os radicais livres possuem alvos moleculares (proteínas, lipídios e ácidos nucleicos); dentre as proteínas estão as metabólicas e as estruturais, como, por exemplo, colágeno, elastina e lipoproteínas. Desta forma, o processo de envelhecimento está associado a alterações na pele, em suas funções e propriedades (HARRIS, 2009).

Hoje em dia com o avanço da ciência, dispomos de vários procedimentos que nos permitem retardar ou minimizar o envelhecimento da pele. A área dermatofuncional vem atuando de forma inovadora nos procedimentos estéticos. Entre os mais novos recursos que vem sendo utilizados e estudados, está o LED (ESTRELA, 2014).

Os LEDs (light emitting diodes) são diodos de semicondutores submetidos a uma corrente elétrica, que emitem luz e podem ser utilizados para fototerapia estética. Possuem comprimentos de onda de 405nm (azul) a 940nm (infravermelho) com papel diferente do tratamento ablativo, pois não causam dano tecidual baseado na fototermólise (MEYER, 2010).

Outro recurso que se pode utilizar para a fototerapia é o laser. A luz do laser é convergente e colimada, enquanto o LED é não colimado e não convergente o que pode ser uma desvantagem, porém deve-se levar em consideração o seu baixo custo e fácil manuseio quando comparado ao laser, o que aumenta sua procura (MEYER, 2010).

A ação do LED é intracelular, ou seja, ocorre uma estimulação direta das células. Podemos citar mais especificamente a estimulação das mitocôndrias, gerando a reorganizando as células, inibindo certas ações e estimulando outras, na síntese de ATP e nas proteínas, como colágeno e a elastina, resultando

num efeito que chamamos de foto bioestimulação ou foto biomodulação. Dependendo do comprimento de onda utilizado os LEDs também atuam como antimicrobianos e anti-inflamatórios (MEYER, 2010).

O uso do LED para tratamentos faciais trás uma significativa diminuição das rugas e aumento da elasticidade da pele, pois pode-se inclusive observar histologicamente que há um aumento na quantidade de colágeno e fibras elásticas. Estruturalmente os fibroblastos são altamente ativados, e ao seu redor há intensa formação de fibras elásticas e colágenas (LEE, 2007). Este estímulo também contribui para a normalização divisão celular e interdição da produção de colagenase (metaloproteinases) e gelatinase (TAMURA; TAMURA, 2007; TAMURA; TAMURA, 2007).

O objetivo desse trabalho foi avaliar através de uma revisão integrativa da literatura os efeitos do LED na reparação tecidual através do colágeno. A busca pelas informações pertinentes para tal aconteceram em bases de busca indexados como Scielo, Pubmed, Lilacs com os seguintes termos: colágeno, LED e envelhecimento, publicados entre os anos de 2000 a 2017. Este estudo foi aprovado pelo CEP-UNIARARAS número 057/2017.

REVISÃO DE LITERATURA:

A pele é uma estrutura complexa e a principal diferença entre ela e os outros sistemas é o fato de estar exposta ao ambiente externo. Assim é vista como uma barreira mediadora entre o organismo e o ambiente, exercendo diversas funções, entre elas: a manutenção da integridade do organismo, proteção contra agressões do ambiente, absorção e secreção de líquidos, absorção de luz ultravioleta (protegendo o corpo de seus efeitos nocivos), funções sensoriais e metabolismo de vitamina D (HARRIS, 2009).

Pode-se dividir a pele em tecidos principais, sendo eles epiderme, derme e hipoderme (termo regulação, termo isolamento e depósito nutricional). A epiderme é a camada mais externa e se subdivide em camada basal, estrato espinhoso, estrato granuloso, estrato lúcido (palma de mão e planta de pés), e estrato córneo. É responsável basicamente pela proteção e retenção de substâncias e suas células principais são os queratinócitos, mas também encontramos a presença de melanócitos, células de Merkel e células de Langherans (HARRIS, 2009).

Na camada dérmica encontramos alguns anexos da pele, vasos sanguíneos, vasos linfáticos e nervos. Ela pode ser dividida em camada papilar e camada reticular. Esta camada da pele contém tipos diferentes de células, incluindo fibroblastos e fibrócitos, macrófagos, mastócitos e leucócitos sanguíneos (neutrófilos, eosinófilos, linfócitos e monócitos), e fornece força de tensão e flexibilidade a pele devido a presença de fibras elásticas e fibras colágenas (BLANES, 2004).

A derme é uma camada conjuntiva responsável principalmente pela estruturação do tecido tegumentar e nutrição da epiderme. É na derme que encontramos em grande quantidade colágeno e elastina. O colágeno que representa de 70 a 80% do peso da derme e é sintetizado por várias células, mas mais especificamente pelos fibroblastos; organiza-se em camadas laminares trançadas formando grandes feixes transversais. Existem mais de 12 tipos de colágeno, na derme encontramos principalmente os tipos 1,3,4,5,6 e7; predominando o tipo 1 (HARRIS, 2009).

Uma das principais características do envelhecimento é a diminuição do colágeno no organismo, que é a proteína mais abundante nos animais. Iniciamos sua perda a partir dos 30 anos de idade (1% ao ano)

quando a capacidade das células de regenerar componentes da matriz extracelular (MEC), principalmente os fibroblastos que são responsáveis pela sua síntese que começam a diminuir. Durante esse processo a derme torna-se mais fina e atrofiada, com isso a elasticidade e o tônus cutâneo são gradualmente perdidos (RODRIGUES, 2009).

O colágeno é uma proteína fibrosa, sintetizada pelo fibroblasto, caracterizada por uma grande força de tensão, a diversidade que há em sua estrutura pode ser notada nas diferentes formas em que esta proteína se apresenta (nas fibras colágenas nos tendões, fibras entrelaçadas formando camadas flexíveis na pele, na lubrificação de cartilagem das articulações, presença de colágeno mineralizado no osso, na dentina e filamentos finos circundando e suportando as células, películas transparentes de fibras finas na córnea, estrutura de membrana amorfa presente na cápsula e nos glomérulos renais) caracterizando resistência e elasticidade a essas regiões (DUARTE, 2011).

A molécula do colágeno, que é uma glicoproteína, é composta por três cadeias polipeptídicas helicoidais, com aproximadamente 1000 aminoácidos cada uma, denominada cadeia α . Com rotação óptica negativa (no sentido horário), as 4 cadeias apresentam uma seqüência estrutural básica contendo o aminoácido glicina além de prolina, lisina e hidroxiprolina e hidroxilisina que são derivadas da prolina e lisina através de processos enzimáticos dependentes de vitamina C (LEHNINGER et al., 2002).

As cadeias se contorcem formando uma tripla hélice estável; as moléculas desta tripla hélice que são secretadas pela célula formam domínios globulares terminais denominados procolágeno. Estas regiões globulares são clivadas em graus variados antes da agregação extracelular dando origem a uma estrutura polimerizada, o tropocolágeno (LEHNINGER et al., 2002).

A identificação dos diferentes tipos de colágeno é realizada observando suas variações em diâmetro, composição de aminoácidos, concentração, comprimento, estrutura molecular e localização tecidos; ele desempenha diversas funções como manter as células dos tecidos unidas e fortalecê-las, cicatrizar em caso de corte ou cirurgia, auxiliar na hidratação do corpo e está diretamente ligada ao processo do envelhecimento. Tais características levam a proteína colágena a ser considerada a proteína funcional mais importante do organismo (GONÇALVES; OLIVEIRA; MOREIRA, 2015).

Algumas doenças estão relacionadas a essa proteína colágena, estas são denominadas colagenoses e correspondem a doenças auto-imunes. Pode-se citar entre elas a artrite reumatóide, dermatopolimiosite, hérnia inguinal direta e indireta doença mista do tecido conjuntivo, esclerose sistêmica progressiva, lúpus eritematoso sistêmico, e síndrome de Sjögren e algumas formas raras de distrofia muscular (GONÇALVES; OLIVEIRA; MOREIRA, 2015).

Devido ao processo de envelhecimento os tecidos passam por mudanças, na pele essas alterações são facilmente notadas com a presença de atrofia, enrugamento, ptose e outras características. Alterações no tecido conjuntivo, delimitam essas modificações na aparência externa. As alterações do aparelho colágenoelástico estabelecem uma base morfológica para compreender as mudanças bioquímicas e biomecânicas da pele senil. A espessura e suas propriedades dependem não somente da quantidade de material presente na derme mas de sua organização estrutural (RODRIGUES, 2009).

Diversas pesquisas mostram a importância do colágeno e derivados para a reconstituição e manutenção da pele e da matriz extracelular. Devido ao prolongamento na expectativa de vida da população mundial,

hoje em dia o envelhecimento cutâneo tem sido vastamente estudado por diversas áreas com o intuito de propor inúmeros tratamentos a fim de minimizar os efeitos e sinais causados por ele (ZIEGLER e SGARBIERI, 2009; MACIEL e OLIVEIRA, 2011).

Para combater (minimizar) os sinais do envelhecimento podemos contar com diversas técnicas da cosmetologia, nano cosmetologia e eletroterapia, como tratamentos tópicos com o auxílio de ativos antienvhecimento (hidratantes, antioxidantes e tensores), aplicações de toxina botulínica (para o intumescimento do tecido), *peelings* superficiais e médios, técnicas para ptose, hormônios de crescimento e terapia celular (KEDE; SABATOVICH, 2009).

A área dermato funcional vem abordando diversos tratamentos para alterações cutâneas, como o envelhecimento facial, entre eles os LEDs, (light emitting diodes) são diodos de semicondutores submetidos a uma corrente elétrica; eles emitem luz com comprimentos de onda que variam de 405nm (azul) a 940nm (infravermelho) (ESTRELA, 2014).

Sua ação é intracelular, atingindo principalmente as mitocôndrias, como consequência temos a reorganização das células, estimulando e inibindo ações na síntese de ATP e nas proteínas, como colágeno. Este efeito é denominado fotomodulação. O LED, dependendo do comprimento de onda escolhido pode atuar também como antimicrobiano e anti-inflamatório. Baseados nesses efeitos, estudos demonstram que o LED pode promover a atenuação das rugas (ESTRELA, 2014).

Há muito tempo a terapia com a utilização da luz é aplicada, seu efeito curativo observado desde a pré-história era considerado sobrenatural e mitológico; com as evoluções tecnológicas possibilitadas pelo avanço da ciência, a partir da década de 80 foi possível entender a forma com que a luz interage com a matéria e com isso entender também o mecanismo de ação realizado pela radiação luminosa sobre as células (BUENO; CRISTOFOLINI, 2014).

As primeiras aplicações de LED foram utilizadas para pesquisas de cicatrização de feridas *in vivo* e para o tratamento do câncer de pele não melanoma utilizando comprimentos de onda de 633 nm. Em seguida a terapia passou a ser aplicada no tratamento da acne e rejuvenescimento do tecido cutâneo, utilizando comprimentos de onda de 415 e 633 nm. O LED também passou a atuar na medicina esportiva com a finalidade de atenuação da dor, utilizando comprimentos de onda de 830 nm (CALDERHEAD; TANAKA, 2017).

Foto modulação com o uso do LED é uma terapia não invasiva que atua nas funções metabólicas das células sendo útil na produção de colágeno. O LED fornece energia suficiente para estimular o nível celular sem danificar o tecido, possibilitando uma grande área de tratamento; a resposta a foto estimulação dos LEDs não está relacionada ao processo de coerência dos lasers, assim este tipo de tratamento é uma alternativa sem efeitos adversos como a produção de calor e danos ao tecido; além disso é um tratamento de baixo custo (KALIL, 2011; CONRADO, 2008.).

No momento em que a luz entra em contato com as células do tecido (figura 1) há uma transferência de elétrons; as radiações de baixa potência/intensidade emitidas pelo LED não têm a capacidade de romper ligações químicas, mas sim de alterar bioquimicamente, bio elétricamente e bio energeticamente as células, assim liberando substâncias químicas e normalizando seu potencial de membrana resultando em reações fisiológicas como a ativação de enzimas proteicas através dos cromóforos (BUENO;

CRISTOFOLINII, 2014).

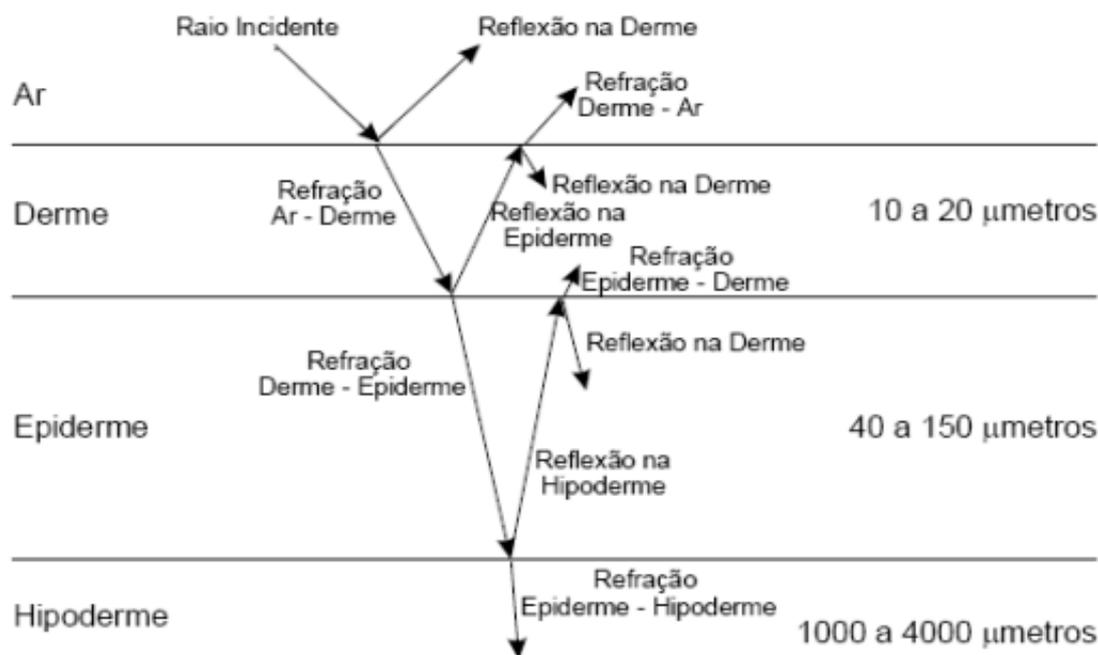


Figura 1

- Penetração da luz LED sobre tecido humano. Fonte: (BUENO; CRISTOFOLINII, 2014).

Cromóforos são as estruturas que são atingidas pela luz e dependendo do comprimento de onde os atingem ocorrem variações no metabolismo celular; estas reações fotoquímicas podem inibir ou estimular enzimas, assim podem provocar efeitos fisiológicos terapêuticos (BUENO; CRISTOFOLINII, 2014).

Estudos demonstram que a emissão de fótons na faixa do vermelho ao infravermelho (660–1000nm) provoca a modulação de alguns processos biológicos, através da produção de ATP, como por exemplo a produção de colágeno. Além disso o LED possui a capacidade de estimular a produção de hormônios e a ação de enzimas que controlam a ação de radicais livres permitindo uma melhor oxigenação do tecido e normalização seu pH (BUENO; CRISTOFOLINII, 2014).

Alguns mecanismos secundários de ação do LED são os responsáveis pela junção entre os cromóforos localizados na mitocôndria e os mecanismos de síntese de DNA e RNA localizados no núcleo; para tanto existem diferentes etapas de regulação associadas ao controle dos cromóforos sobre o nível de ATP intracelular. Estes mecanismos variam dependendo de alguns parâmetros como por exemplo a dose de irradiação, o modo de operação da excitação luminosa (pulsado/contínuo), o comprimento de onda, e a intensidade de excitação (DIAS et al., 2009).

O modo de ação da luz de LED vermelha precisa de um comprimento de onda específico para ser absorvida por uma molécula fotorreceptora. A irradiação da luz no fotorreceptor gera a produção de oxigênio e uma cascata de respostas celulares que resulta em modulação da função celular, reparo de células comprometidas e proliferação celular. Trata-se da combinação de um alto grau de penetração de tecido na pele e uma faixa espectral leve, o que é ótimo para a cicatrização de feridas, reparação de tecidos e rejuvenescimento da pele (Figura 2) (BAKER, 2016).

A terapia com LED é capaz de tratar grandes áreas em uma única aplicação e possui grandes efeitos biomoduladores específicos em comprimentos de onda direcionados, estes são: 633 nm vermelho e 830 nm, próximo ao infravermelho. Acredita-se que a aplicação do LED inicie uma cascata de reações benéficas ao tecido já descritas na literatura como estimular o fluxo sanguíneo, estimular produção de colágeno e encurtar o tempo de cicatrização de tecidos sem compromete-los (TRELLES; ALLONES; MAYO, 2016).

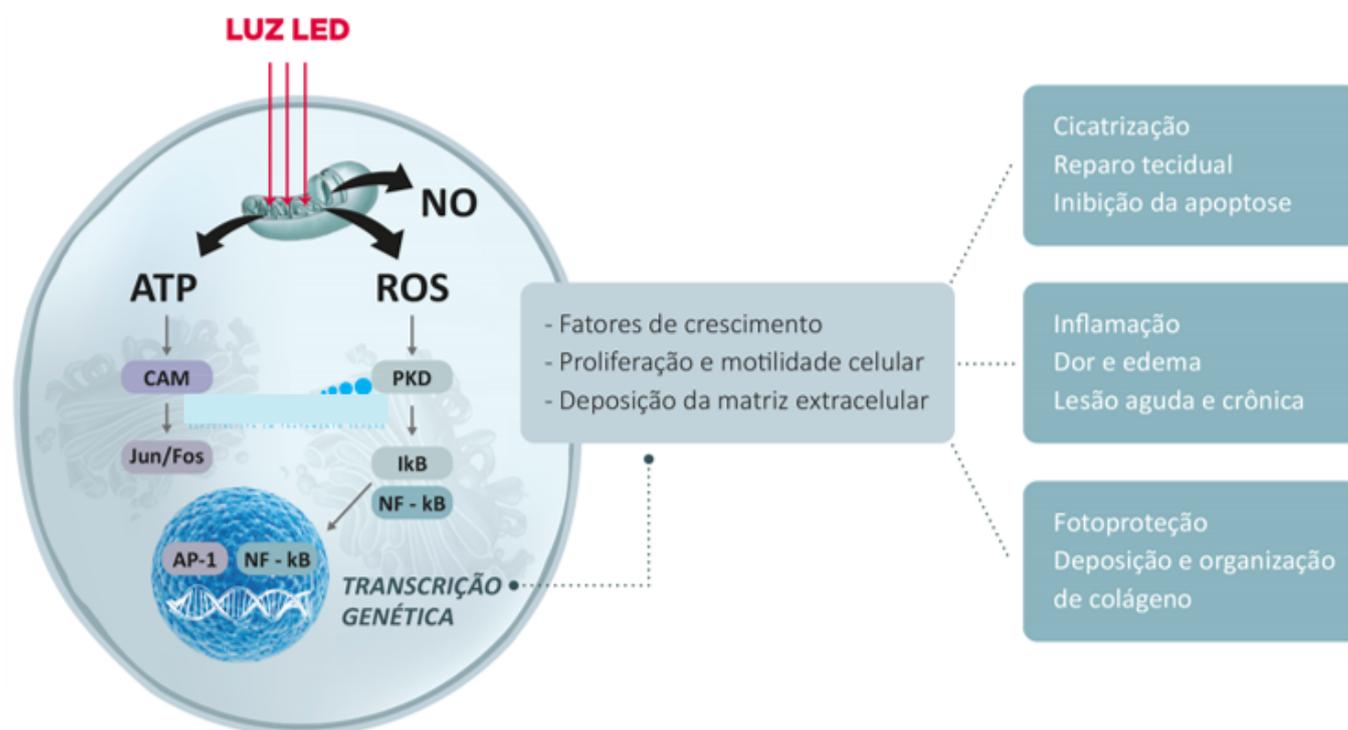


Figura 2 - Efeitos da emissão de LED na célula. Fonte: [www. https://cosmedical.com.br/](https://cosmedical.com.br/)

Em aplicações feitas em 830 nm utilizando o LED foi possível observar a associação do comprimento de onda a foto biomodulação de mastócitos, neutrófilos, macrófagos e também a estimulação da fase de remodelação celular (fibroblasto-miofibroblasto). Em doses aplicadas a 633 nm os resultados foram mais acentuados nos fibroblastos. Nos dois comprimentos de onda pode –se observar o aumento na taxa de fluxo sanguíneo local (TRELLES; ALLONES; MAYO, 2016).

A terapia de LED demonstra um potencial valioso para processos de cicatrização e procedimentos estéticos uma vez que é uma técnica não invasiva, segura, tolerável em relação a sensibilidade dos pacientes e bastante eficaz na biomodulação. Além disso esta terapia pode ser associada a outras técnicas para aumentar os resultados e reduzir os custos finais do tratamento (TRELLES; ALLONES; MAYO, 2016).

Estudos feitos para redução de linhas de expressão nas regiões periorbital e nasolabial utilizando o LED demonstraram uma redução de 50% nos sinais de fotoenvelhecimento num período de 12 semanas. Estes resultados se assemelham a outros estudos comparativos ao LED e também outras terapias como a radiofrequência e o laser Nd: YAG (BAEZ; REILLY, 2007).

A terapia de díodos emissores de luz (LED) foi observada como eficaz para o processo de rejuvenescimento, uma vez que é uma técnica segura, e que trás resultados satisfatórios aos indivíduos que se submeteram a técnica; isto pois os comprimentos de onda específicos do LED são absorvidos na pele e assim estimulam e inibem alguns processos celulares como: proliferação e reparação em tecido danificado pelo sol; este processo é chamado fotobiomodulação (BAEZ; REILLY, 2007).

Comparando com tratamento semelhantes para reparo cutâneo entretanto ablativos como o laser e a técnicas não ablativas como a luz intensa pulsada (IPL), o LED é um tratamento não traumático e não térmico; seus efeitos colaterais são mínimos ou inexistentes segundo relatos na literatura. Estudos relatam que a irradiação da luz no comprimento de onda de 633 nm aumenta a síntese de pro-colágeno em quatro vezes, além de aumentar a síntese do fator de crescimento fibroblástico a partir de macrófagos fotoativados e degeneração acelerada de mastócitos (BAKER, 2016).

A aplicação da luz de LED tem a capacidade de estimular o sistema imunológico, produção de hormônios e ação de enzimas que controlam a ação de radicais livres, como consequência temos uma melhor oxigenação do tecido e equilíbrio de PH; Além disso o LED acelera o crescimento celular. A exposição de tecidos a emissão de fótons na faixa do vermelho ao infravermelho (660–1000nm) estimula a modulação de processos biológicos através da produção de ATP, isto é, estimula produção de colágeno e diminui enzimas que degradam a pele, por exemplo (MOREIRA, 2009; KALIL, 2011).

A terapia com LED é inovadora e eficaz quando se trata de rejuvenescimento. Seus efeitos sobre fatores biológicos comprovados através de investigações clínicas, histológicas e bioquímicas indicam que sua ação fototerapêutica promove o estímulo da síntese de colágeno. Além disso, os sistemas baseados em LED se sobressaem quando comparados a outras terapias semelhantes, como o laser diodo, devido a sua facilidade de aplicação (CALDERHEAD; TANAKA, 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseando-se nos estudos presentes nesta revisão de literatura, é possível observar que o LED possui grande potencial terapêutico no reestabelecimento do colágeno por seus efeitos foto biomoduladores do colágeno e estimuladores de atividades celulares como a síntese de ATP, melhora na oxigenação tecidual, regulação do pH tecidual e inibição de moléculas que estimulam a produção de radicais livres; consequentemente pode promover atenuação das rugas e o rejuvenescimento celular e tecidual. Ressalta-se também a importância do LED como terapia tecidual uma vez que sua ação intracelular não acarreta danos térmicos e proporciona efeitos semelhantes ao laser de baixa intensidade, porém com custos operacionais mais baixos. Há necessidade de mais estudos relacionados ao uso dos emissores de diodo específicos para o reparo do colágeno e que estes correlacionem os diversos parâmetros com a interação proteica.

REFERÊNCIAS

BAEZ, F.; REILLY, L. R. The use of light-emitting diode therapy in the treatment of photoaged skin. **Journal Of Cosmetic Dermatology**. Sydney, p. 189-194. 2007.

BAKER, A. Light-emitting diode red light therapy: evidence base for aesthetic indications. **Journal Of Aesthetic Nursing**. Londres, p. 478-482. dez. 2016.

BLANES, L. **Tratamento de feridas**. Baptista-Silva JCC, editor. Cirurgia vascular: guia ilustrado. São Paulo: 2004

BUENO, J.; CRISTOFOLINI, G. M. A. F.; Led terapia na faixa do vermelho ao infravermelho: uma nova abordagem sob a visão quântica para a saúde. **Revista Saúde Quântica**, Maringá, v. 3, n. 3, p.102-110, jan- dez. 2014.

CALDERHEAD, R. G.; TANAKA, Y. Photobiological Basics and Clinical Indications of Phototherapy for Skin Rejuvenation. **Intech: open science, open minds**. p. 217-252. 2017.

CONRADO, L. A. L. **Manual científico de fototerapia**. São Paulo, 2008. 50 p.

DIAS, I. F. L. et al. **Efeitos da luz em sistemas biológicos**. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 30, n. 1, p.33-40, jan-jun. 2009.

DUARTE, F. O. S. **Propriedades Funcionais do Colágeno e sua Função no Tecido Muscular**. 2011. 35 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

ESTRELA, J. V. et al. Efeito do led na flacidez tissular facial. **Catussaba: revista científica de escola e saúde**, Lagoa Nova, v. 2, n. 3, p.29-36, abr. 2014.

GONÇALVES, G. R.; OLIVEIRA, M. A. S.; MOREIRA, R. F. Benefícios da ingestão de colágeno para o organismo humano. **Revista Eletrônica de Biologia**, São Paulo, v. 8, n. 2, p.190-207, 2015.

HARRIS, M. I. N. C. **Pele: estrutura, propriedades e envelhecimento**. 3. ed. São Paulo: Senac, 2009.

KALIL, C. **Laser e outras fontes de luz na dermatologia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

KEDE, M. P. V.; SABATOVICH, O. **Dermatologia estética**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2009.

LEE, S. Y. 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. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**. v. 88, n. 1, p. 51-67. Julho, 2007.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, L. D.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 3 ed., São Paulo: Sarvier, 2002.

MACIEL, D.; OLIVEIRA, G.G. **Prevenção do envelhecimento cutâneo e atenuação de linhas de expressão pelo aumento da síntese de colágeno**. V Congresso Multiprofissional em Saúde: Atenção ao Idoso. 2011.

MEYER, P. F. et al. Avaliação dos efeitos do LED na cicatrização de feridas cutâneas em ratos Wistar. **Fisioterapia Brasil**, Natal, v. 6, n. 11, p.428-432, nov. 2010

MONTAGU, A. **Tocar: o significado humano da pele**. 9. ed. São Paulo: Summus Editorial, 1988.

MOREIRA, C. M.; **Utilização de conversores eletrônicos que alimentam LEDs de alto brilho na aplicação em tecido humano e sua interação terapêutica**. 2009. 165 f. Tese (Doutorado em engenharia elétrica) - Setor de Concentração em Processamento de Energia, Universidade Federal de Santa Maria, Rio grande do sul, 2009.

RIBEIRO, C. **Cosmetologia: aplicada a dermoestética**. 2. ed. São Paulo: Pharmabooks, 2010.

RODRIGUES, V. **Análise dos efeitos do colágeno bovino e derivados na proliferação celular e biossíntese de colágeno em fibroblastos humanos**. 2009. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biotecnologia, Usp, São Paulo, 2009.

TAMURA, B. M.; TAMURA, P. T. **Úlcera Crônica Vascular Tratada com LED (Luz Emitida por Diodo)**. 2007. 2 f.; Industra Ltda., São Carlos, 2007.

TAMURA, B. M.; TAMURA, P. T.; **Avaliação do Tratamento para Rejuvenescimento com o LED (Light EmitingDiodes)**. 2007. 3 f.; Industra Ltda., São Carlos, 2007.

TRELLES, M. A.; ALLONES, I. ; MAYO, E. Combined visible light and infrared light-emitting diode (LED) therapy enhances wound healing after laser ablative resurfacing of photodamaged facial skin. **Medical Laser Application**. Cambrils, p. 165-175. jun. 2016.

ZIEGLER, F. La F.; SGARBIERI, V. C. **Caracterização químiconutricional de um isolado protéico de soro de leite, um hidrolisado de colágeno bovino e misturas dos dois produtos**. Rev. Nutr. vol.22 no.1, 2009.

^[1] Graduanda do Curso de Bacharel em Estética – FHO/Uniararas

^[2] Graduado em Ciências Biológicas Modalidade Médica-Biomedicina pelo Centro Universitário Hermínio Ometto. Especialista em Controle e Prevenção de Infecção Hospitalar pelo Centro Universitário Hermínio Ometto. Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-graduação em Ciência Cirúrgica Interdisciplinar do Departamento de Cirurgia da Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (UNIFESP/EPM) na linha de Pesquisa de LASER em Cirurgia onde também desenvolve projeto de Doutorado. Foi Professor supervisor do Estágio em Biologia Molecular e Análises Clínicas do Curso de Biomedicina da Fundação Hermínio Ometto - UNIARARAS. Foi professor da Anhanguera Educacional campus Limeira e da Anhanguera Educacional campus Rio Claro. Atualmente exerce a função de Coordenador de Estágio Supervisionado do Curso de Biomedicina da Fundação Hermínio Ometto - UNIARARAS. Atua principalmente em: laser, modelos experimentais de artrite, cultura de células, células ósseas, imunocitoquímica, morfologia e análises moleculares com ênfase em expressão gênica e proteica. Membro da American Society for Laser Medicine & Surgery.

PUBLIQUE SEU ARTIGO CIENTÍFICO EM:

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/enviar-artigo-cientifico-para-submissao>