

ARTIGO DE REVISÃO

OS EFEITOS FISIOLÓGICOS DO LED VERMELHO NO TEGUMENTO

(THE PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF THE RED LED ON THE TEGUMENT)

AUTORES: ANA BEATRIZ HONORATO VIEIRA¹, MÁRCIA BATISTA PURIFICAÇÃO¹, MIRIAN DOMINGOS FLAUSINO FERREIRA¹, TAYLANI DIAS COSTA¹, YU WING LAM¹, FELIPE SCHOLZ RAMOS², REGINA DA SILVA GANTE^{3,A}¹Discentes da graduação do curso de Estética da Universidade Anhembi Morumbi – São Paulo – Brasil²Docente do Centro Universitário Saúde ABC – Santo André – São Paulo – Brasil.³Docente da Universidade Anhembi Morumbi – São Paulo – Brasil.**RESUMO**

Dentre as novas tecnologias, o LED (sigla de *Light Emitting Diode*, em português: Diodo Emissor de Luz) é um recurso fototerápico que tem sido amplamente utilizado nas alterações cutâneas. Os diferentes comprimentos de onda são absorvidos por células específicas e esse processo recebe o nome de Fotobiomodulação, promovendo um tratamento seguro, não invasivo e indolor. A Luz na faixa do vermelho possui comprimento de onda de 610-760nm e é utilizada para acelerar o processo de cicatrização de feridas, possui poder de analgesia e anti-inflamatório. Entender os efeitos fisiológicos da Luz Vermelha de LED na pele é o objetivo principal desse trabalho de revisão da literatura e verificar se a Led Terapia tem a mesma eficácia do LASER de baixa potência, no mesmo comprimento de onda do vermelho, é um objetivo específico. A pesquisa se realiza em torno da discussão de cinco artigos científicos sendo possível verificar que, nos casos apresentados pelos autores, os resultados sobre os efeitos no tegumento, em especial o de cicatrização, analgesia e efeitos anti-inflamatórios foram positivos. O presente estudo acena ainda para a importância na continuidade de novas pesquisas para a utilização do LED, em especial, do LED Vermelho, uma vez que seus resultados benéficos foram efetivos para a pele.

Palavras-chave: Cicatrização. Fotobiomodulação. Fototerapia. LED. Diodo Emissor de Luz (*Light Emitting Diode*). LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*). *Low-level laser therapy* (LLLT).

^AAutor correspondenteRegina da Silva Gante – E-mail: regina.gante@anhembi.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5323-3949>

DOI: <https://doi.org/10.48051/rcec.v1i1.22> Artigo recebido em 08 de setembro de 2020; aceito em 30 de setembro 2020; publicado em outubro de 2020 na Revista Científica de Estética e Cosmetologia, disponível online em <http://rcec.healthsciences.com.br/>. Todos os autores contribuíram igualmente com o artigo. Os autores declaram não haver conflito de interesse. Este é um artigo de acesso aberto sob a licença CC - BY: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

ABSTRACT

Among the new technologies, the LED (acronym for Light Emitting Diode, in Portuguese: Light Emitting Diode) is a phototherapy resource that has been widely used in skin changes. The different wavelengths are absorbed by specific cells and this process is called photobiomodulation, promoting a safe, non-invasive and painless treatment. The light in the red band has a wavelength of 610-760nm and is used to accelerate the wound healing process, has analgesic and anti-inflammatory power. Understanding the physiological effects of Red LED Light on the skin is the main objective of this literature review work and verifying whether Led therapy has the same efficacy as Low Power LASER, at the same wavelength as red, is a specific objective. The research is carried out around the discussion of five scientific articles and it is possible to verify that, in the cases presented by the authors, the results on the effects on the integument, especially the healing, analgesia and anti-inflammatory effects were positive. The present study also highlights the importance of continuing new research for the use of LED, especially the Red LED, since its beneficial results were effective for the skin.

Keywords: Healing. Photobiomodulation. Phototherapy. LED. Light Emitting Diode. LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation). Low-level laser therapy (LLLT).

INTRODUÇÃO

Dentre as novas tecnologias, o LED (sigla de *Light Emitting Diode*, em português: Diodo Emissor de Luz) é um recurso fototerápico que tem sido amplamente utilizado nas alterações cutâneas. Os diferentes comprimentos de onda são absorvidos por células específicas e esse processo recebe o nome de Fotobiomodulação, promovendo um tratamento seguro, não invasivo e indolor. A Luz na faixa do vermelho possui comprimento de onda de 610-760nm e é utilizada para acelerar o processo de cicatrização de feridas, possui poder de analgesia e anti-inflamatório. (ESTRELA *et al*, 2014).

A utilização do LED no meio médico e estético cresceu mais recentemente após o surgimento de uma nova geração de LEDs realizadas em pesquisas pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) para evitar e/ou tratar as enfermidades dos astronautas. (KALIL, 2011 *apud* BUENO e CRISTOFOLINLI, 2014). Segundo Whelan *et al*, (2001, p. 305–314) a pesquisa realizada da NASA tinha como objetivo de avaliar os efeitos do oxigênio hiperbárico (HBO) e da luz vermelha e infravermelha (LED) como terapia de luz na cicatrização de feridas. O estudo utilizou o LED em células cultivadas *in vitro*, cuja origem se deu a partir de feridas isquêmicas e diabéticas em modelos de ratos e em doenças agudas e crônicas.

Para Hill e Owens (2016, p. 273), a tecnologia LED emprega sistemas produtores de energia de luz que realmente aumentam a síntese de colágeno nos fibroblastos,

ocasionando a produção de colágeno novo. Os dispositivos LED são utilizados para tratamentos estéticos em pele fotodanificada, em queimaduras solares, em tratamentos de estrias, para minimizar as linhas finas de expressão e poros, reduzir a vermelhidão da pele e aumentar a circulação periférica e também pode acelerar o processo de cicatrização de feridas, entre outras indicações. Para Henrique (2010) a ação fotoquímica ou fotofísica do LED atua sobre os processos fisiológicos, acelerando as respostas biológicas e reparadoras do tecido cutâneo.

Segundo Agnes (2017) o LED, em termos de efeitos terapêuticos, possui respostas semelhantes à do LASER (sigla de *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, ou seja, amplificação da luz por emissão estimulada de radiação) de baixa intensidade.

O LED pode ser utilizado para auxiliar na cicatrização de lesões cutâneas e diminuição de processos inflamatórios. A multiplicação celular é uma das principais, entre muitos outros benefícios do LED no comprimento de onda do vermelho. (MOREIRA, 2009).

A tecnologia LED possui um custo mais acessível em relação ao LASER, porém há poucos estudos que comprovem efetivamente os efeitos fisiológicos dele sobre a pele. Neste trabalho é apresentada uma breve revisão bibliográfica sobre os efeitos fisiológicos do LED vermelho no tegumento em comparação com o uso do Laser de baixa intensidade.

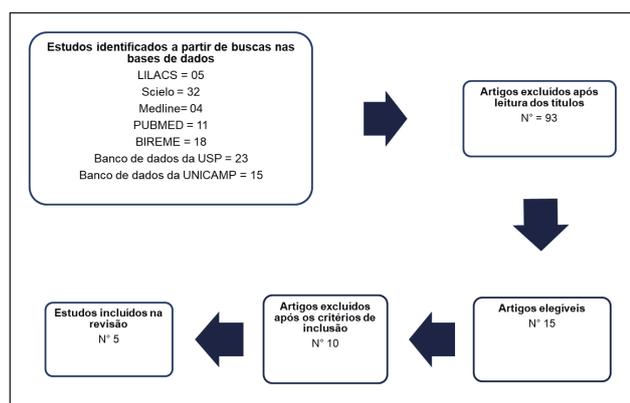
Foram pesquisados artigos nas bases de dados: SciELO, Medline, LILACS, Banco de dados da USP e UNICAMP,

com a utilização dos seguintes descritores: saúde (*health*), fototerapia (*phototherapy*) pele, (*skin*), luz, estimulação luminosa, terapia com luz de baixa intensidade. (*Low-level laser therapy* (LLLT)), LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*), LED (*Light Emitting Diode*), *Wound Healing*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente obtivemos 108 artigos, dentre os quais excluímos 93 pelas leituras dos títulos que não se enquadravam aos critérios desejados ou estudos iguais entre as bases. Inicialmente, 15 foram considerados elegíveis, sendo os seus resumos lidos. Após esta etapa, cinco artigos foram selecionados para a leitura completa, pois estavam inclusos em seus resumos os critérios de inclusão já citados, sendo os resultados reunidos na presente análise. A **figura 1** esquematiza busca realizada.

Figura 1 : Fluxograma de Identificação e seleção dos artigos para a revisão sistêmica.



Fonte: As autoras

Dentre os artigos escolhidos para esta revisão, todos tiveram efeitos positivos utilizando o aparelho de LED no comprimento de onda da luz visível vermelha (625 nm a 700 nm), em tratamentos de cicatrização, anti Inflamação e para analgesia. Um estudo *in vitro*, em células semelhantes às células humanas (Vero). Um estudo, realizado em animais (rato) e dois em seres humanos, sendo um para tratamento de flacidez tissular e outro em tratamento de feridas em mucosa – mucosite oral e um artigo comparando as irradiações entre LED e LASER de mesmo comprimento de onda.

Os quadros 1 a 4 trazem as principais características dos estudos incluídos na presente revisão, como os autores, objetivos, metodologia das pesquisas estudadas nos artigos revisados e os principais resultados desses estudos.

Quadro 1 - Característica do estudo: *In Vitro*.

Título	Efeitos do diodo emissor de luz (LED) vermelho na estimulação de fibroblastos: ênfase na reparação tecidual.
Fonte	ALBERTO, Talita et al 2016 - Revista Intellectus N°33 Vol. 1 2016
Objetivo	Analisar a resposta dos fibroblastos em relação à exposição da luz de LED, observando se há crescimento ou não.
Método	Método: Avaliação da curva de crescimento em cada dia de aplicação, Material: células <i>Vero em placa petri</i> , (fibroblastos) Divisão da amostra: Grupo 1: exposto à luz de LED. Grupo 2: grupo controle (não-exposto). Equipamento: LED vermelho (660 nm), aplicado varredura.
Resultado	Resultado: Os resultados obtidos demonstraram que o LED proporcionou maior crescimento de fibroblastos com relação ao grupo controle, constatando que sua ação otimiza o tempo de crescimento das células.

Quadro 2 - Característica do estudo: *In Vivo* com animais.

Título	Avaliação dos efeitos do LED na cicatrização de feridas cutâneas em ratos Wistar
Fonte	MEYER, Patrícia Froes et al. 2010
Objetivo	Objetivo avaliar o efeito do LED na cicatrização de feridas cutâneas em ratos Wistar
Método	Amostra: 29 ratos do sexo masculino, nos quais foram realizadas incisões cirúrgicas na região dorsal. Divisão: 3 grupos, sendo um controle, um tratado com LED verde (515-525 nm) e o último com o LED vermelho (620-630nm), recebendo uma potência de 3 Watts, durante 6 minutos. Tempo: 5 dias consecutivos, 1 sessão diária. Avaliação: Avaliou-se, em nível histológico, a reação inflamatória e o processo de reparo.

Resultado	O resultado demonstrou que o tecido de granulação se mostrou mais desenvolvido nos grupos irradiados do que no grupo controle. A epitelização nas margens da ferida e a formação de cicatrizes com melhor qualidade ocorreram com o LED vermelho (620-630nm), onde ocorreu maior deposição de colágeno. Diante destas respostas com fototerapia não colimada verde (515-525nm) e vermelha (620-630nm), podemos concluir que é possível o uso destes comprimentos de onda com benefícios, preponderantemente com LED vermelho.
-----------	---

Quadro 3 - Características dos estudos: *In Vivo* com seres humanos - estudo 1 e 2.

Estudo com humanos (1)	
Titulo	Efeitos biológicos da luz: aplicação de terapia de baixa potência empregando LEDs (<i>Light Emitting Diode</i>) na cicatrização da úlcera venosa: relato de caso
Fonte	SIQUEIRA, CPCM et al. Revista Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina, v. 30, n. 1, p. 37-46, jan./jun. 2009.
Objetivo	Analisar a aplicação do LED na evolução cicatricial e dor em indivíduo portador de ulcera em ambos os membros inferiores.
Método	Sujeito: Indivíduo, 86 anos, masculino, branco, aposentado, diagnóstico: úlcera venosa de estase em membros inferiores, sem doença arterial e diabetes. MIE: Uso de LED, posicionado a 90° e a distância de 2 cm, comprimento de onda: 625nm, Energia: 4 J/cm ² , Tempo de aplicação: 2 min. por área, em 5 áreas. MID: controle. N.º de Sessões: 18 sessões.
Resultado	MIE: Diminuição da profundidade; desaparecimento da área de necrose em região lateral, surgimento de ilhas de cicatrização no meio e bordas, diminuição do exsudado, coloração mais clara no leito da ferida e nova lesão surgiu na parte superior. MID: leve redução da profundidade da lesão, separação da ferida em duas partes de menor área, cor do leito mais escura, desaparecimento da área de necrose em região lateral da ferida e aparecimento de área de necrose em ferida medial. Dor: manteve-se em patamares baixos e quase nulos em relação a ulcera controle.

Estudo com humanos (2)	
Titulo	Efeito do LED na flacidez tissular facial
Fonte	ESTRELA J. V. et al, 2014.
Objetivo	Avaliar o efeito do LED no rejuvenescimento facial
Método	Amostra: composta de 24 voluntárias. Divisão: em dois grupos, um controle e um experimental, o grupo experimental foi submetido à radiação pelo LED Vermelho (660nm), a uma potência de 20 Watts. Tempo: por 20 minutos, durante 16 sessões (2 meses). Frequência: duas sessões semanais. Avaliação: inicial e final foi feita através do protocolo de PAF, e do ângulo e medida do sulco nasogeniano, pelo software radiocéf studio 2.
Resultado	O fato de ter sido evidenciado a redução da medida do sulco nasogeniano, mesmo que sendo apenas significativo do lado esquerdo, pode justificar a melhora na flacidez tissular da pele facial na região nasogeniana, porém, fazem-se necessárias mais pesquisas, com uma amostra maior, que possam trazer maiores evidências dos resultados encontrados.

Quadro 4 Característica do estudo: Estudo comparativo LED e Laser.

Titulo	Estudo comparativo do efeito das fototerapias LED e LASER de baixa intensidade no tratamento da mucosite oral em pacientes submetidos à quimioterapia.
Fonte	FREITAS, Ana Carolina Carneiro de, 2012.
Objetivo	Comparar o efeito das fototerapias LED e LASER no tratamento da mucosite oral induzida por quimioterapia.
Método	Amostra: 40 pacientes com mucosite oral induzida por quimioterapia. Divisão: 2 grupos, onde um recebia o tratamento com LASER diodo (660nm, 40mW, 6J/cm ² , 0,24J por ponto) e o outro com LED (630nm, 80mW, 0,24J/cm ² , 0,24J por ponto) Tempo: 10 dias consecutivos, excluindo os finais de semana. Aplicação: seguindo os mesmos pontos anatômicos para a fototerapia, em toda e região da mucosa oral. Avaliação: escala da OMS (grau de mucosite) e EVA (escala de dor), antes do procedimento.

Resultado	Em mucosite grau 1 e 2, o LED apresentou ação analgésica melhor do que a do LASER, mas seu efeito sobre a cicatrização das lesões de mucosite foi semelhante ao do LASER. Para o grau inicial 3 de mucosite, o LED promoveu uma melhor cicatrização e uma ação analgésica semelhante à do LASER.
------------------	--

Alberto (2016) em estudos *in vitro* com células Vero de fibroblastos de macaco, com irradiação da Luz de LED com comprimento de onda de 660 nm, teve como resultado, um maior crescimento das células irradiadas em comparação ao grupo de controle. Minatel (2009 *apud* TALITA, 2016) e Marques (2004, *apud* DIAS, I. F. L. *et al.*, 2009) afirmam que os efeitos do LED em 660nm é eficiente em cicatrização de feridas e que a fototerapia promove circulação local, estimulando a proliferação celular e aumentando a síntese de colágeno, elastina e ATP. A luz vermelha na pele tem ação analgésica, cicatrizante e reparadora.

Moreira (2009) diz que o LED, quando energizado, emite luz de características monocromática e não coerente, com alto grau de pureza, que é produzida pelas interações energéticas do elétron que conduz uma corrente elétrica com sentido único, com propriedades de cicatrização, atenuação da dor e antivirais.

A terapia celular recentemente emergiu com uma estratégia terapêutica para reparação tecidual fazendo parte da medicina regenerativa. Estas estratégias estão diretamente ligadas à evolução das técnicas de cultivo celular; quando são associadas à luz LASER ou LED, o resultado obtido é significativamente superior. É uma terapia com imensa gama de aplicabilidades, desde a indústria a medicina. Pesquisas científicas vêm consolidando a utilização do LASER/ LED de baixa potência na área da saúde, principalmente nas áreas fisioterápica, dermatológica e odontológica, devido à sua capacidade em estimular o processo de proliferação celular *in vivo*.

O processo de bioestimulação LASER é um fenômeno fotobiológico, como a luz de LED, não sendo necessário que a luz seja coerente. Os foto aceitadores primários fazem parte dos componentes da cadeia respiratória, que dependendo da dose podem ser estimulados ou inibidos. A radiação LASER é apenas uma desencadeadora para regulação do metabolismo celular e por esse motivo é que são necessárias apenas baixas doses de energia. O efeito sobre a célula vai depender do estado fisiológico que se encontra. Os efeitos da fototerapia com laser em baixa intensidade poderia ser explicado por um aumento da proliferação celular, ou por mudanças das atividades fisiológicas de células excitáveis (RIBEIRO, 2000).

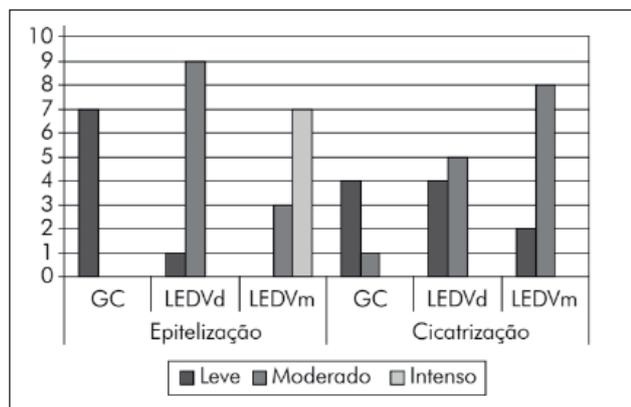
No estudo experimental realizado com os ratos Wistar utilizando o LED Vermelho (620 – 630 nm) e o LED Verde (515 – 525 nm), realizado por Meyer (2010), o LED Vermelho obteve melhores resultados na cicatrização de feridas em comparação ao grupo controle e ao grupo que recebeu o LED Verde. Neste experimento, a potência que foi utilizada é de 3 Watts e após 24 horas da realização das incisões cirúrgicas, foi usado o LED nos dois grupos por 6 minutos

No grupo que recebeu a radiação com o LED vermelho, Meyer (2010) afirma que foi possível observar melhor os efeitos anti-inflamatórios, pois a epitelização nas margens da ferida e a formação de cicatrizes com melhor qualidade ocorreram neste comprimento de onda na faixa de 620-630nm (vermelho). Conforme Karu (1999, *apud* CORAZZA, 2005), uma reação fotobiológica envolve a absorção de um específico comprimento de onda de luz por moléculas especializadas fotorreceptoras. Diante da luz absorvida com determinado comprimento de onda, essas moléculas assumem um estado excitado eletronicamente nos processos moleculares primários que desencadeiam efeitos biológicos em determinadas circunstâncias.

De acordo com as pesquisas e resultados, Meyer (2010) relata que no grupo irradiado pela luz vermelha, houve maior deposição de colágeno e o tecido de granulação preencheu toda a ferida em 100% da amostra, com menor quantidade de edema e células inflamatórias (monócitos, macrófagos, linfócitos e plasmócitos) quando comparado ao grupo controle e ao grupo irradiado pelo LED Verde. Santos et al. (2011) afirma que o LED atua como um recurso bioestimulador na reparação tecidual por meio das radiações ultravioletas, intensificando o metabolismo celular, promovendo a proliferação de células como os fibroblastos, a síntese de proteínas como colágeno e elastina e sua energia luminosa atua sobre as mitocôndrias estimulando a síntese de ATP, provocando também aumento da circulação e alterações na condução nervosa. A Figura 2.

Siqueira et al. (2009), através de seu estudo de caso realizado em paciente do Ambulatório do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Londrina (HC/UDEL), que apresenta úlceras nos membros inferiores, sendo que a do membro inferior esquerdo (MIE) estava presente desde 1987 e a do membro inferior direito (MID) desde 2007, quis demonstrar a aplicação do LED Vermelho, no comprimento de onda de 625 nm, na evolução cicatricial e dor em indivíduo portador de ulcera. Segundo Frade et al. (2005, *apud* SIQUEIRA et al. 2009) a ulcera de membros inferiores é caracterizada por perda circunscrita ou irregular do tegumento (derme e epiderme), geralmente

Figura 2- Análise quantitativa da diferença do reparo epitelial e cicatrização, entre os grupos estudados.



Fonte: Meyer (2010)

relacionada ao sistema vascular, arterial ou venoso. O tratamento geralmente de caráter ambulatorio requer consultas frequentes ao médico, com comprometimento da qualidade de vida do paciente. Para o estudo de caso, a área de cada perna foi mensurada por meio de fotografias digitais e por meio de um software de digitalização e sua área foi calculada por um programa de cálculo. A dor foi avaliada por meio da Escala Visual Análoga (EVA). O aparelho de LED, foi montado no Laboratório de Óptica e Optoeletrônica da UEL, contendo sete LEDs de alto brilho (OptoSupply), com comprimento de onda de 625 nm, calibrada para permitir doses de luz de 4 J/cm² com spot de 2 cm² de área. A aplicação do LED foi realizada no MIE e o MID ficou como controle. O dispositivo LED foi posicionado a 90 graus e a uma distância de 2 cm e aplicado em cinco pontos previamente demarcados. Foram realizadas 18 sessões de irradiação da Luz de LED e após cada sessão, realizava-se o curativo de rotina do ambulatório. O paciente fazia uso de faixa elástica em membros inferiores diariamente.

Como resultado após as 18 aplicações de LED, observou-se que houve no MIE uma diminuição da profundidade da lesão maior do que a de controle; diminuição do exsudato, uma área de cicatrização maior e coloração mais clara do leito da ferida do que a de controle, desaparecimento da área de necrose em região lateral e aparecimento de nova ferida na parte superior da ferida na ulcera com aplicação de LED. Na, de controle, também houve o desaparecimento da área de necrose em região lateral, porém aparecimento de área de necrose em ferida medial. Ao avaliar a área cicatrizada nota-se uma evolução diferenciada em relação à de controle, sendo que ao final da 18ª sessão a área cicatrizada da ulcera irradiada por LED foi aproximadamente 30% maior em

relação à área cicatrizada da ulcera de controle (Figura 3). Quanto à evolução da dor houve nítida diferenciação já nas primeiras aplicações com LED, decrescendo de modo acentuado e atingindo um valor quase nulo já na segunda sessão e se mantendo em patamares inferiores quando comparado com o de controle (Figura 4).

Figura 3.

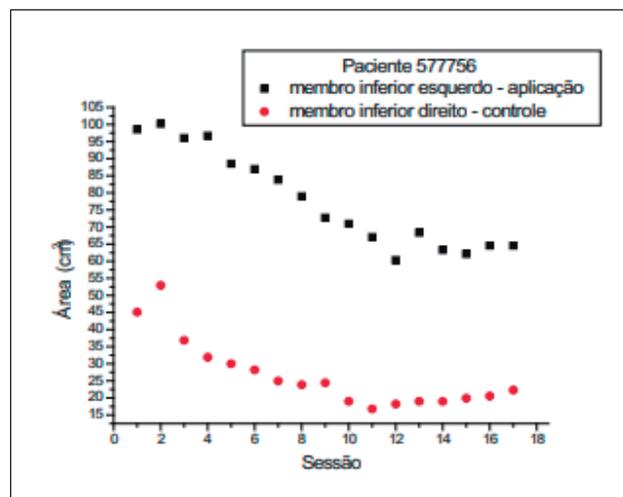


Figura 3. Áreas das úlceras ao longo do período do tratamento - fonte: Siqueira et al. (2009)

Figura 4.

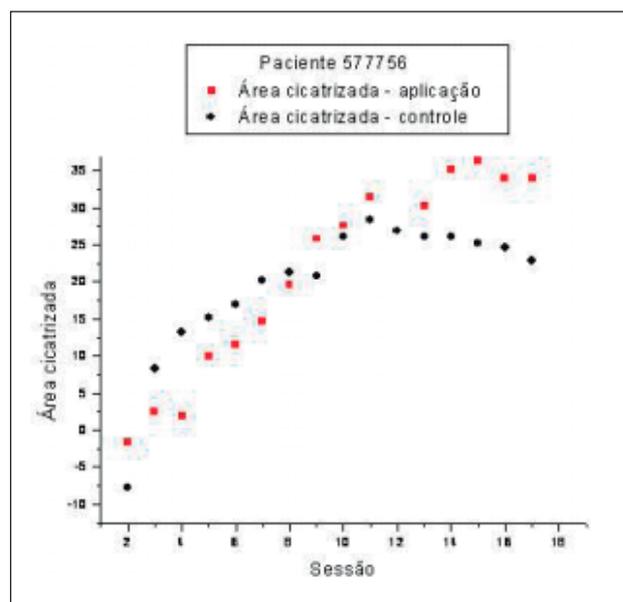


Figura 4. Evolução das áreas de cicatrização das úlceras - fonte: Siqueira et al. (2009)

Corroborando com estes resultados, Moura (2014) diz que a fototerapia tem evidenciado efetividade no que diz respeito ao reparo tecidual, trazendo benefícios nas três fases do processo cicatricial: inflamatória, proliferativa e de remodelação da cicatriz. Há o incremento da adenosina trifosfato (ATP), aumento na síntese proteica, estimulação para neoangiogênese, contribuição nutricional, que está associada ao aumento da atividade mitótica e resultando numa facilitação para a multiplicação celular e formação de novos tecidos e vasos.

Segundo Agnes (2017), na Laserterapia de baixa potência, assim como na Led terapia, os efeitos terapêuticos observados clinicamente são analgesia local, redução de edema, ação anti-inflamatória e estimulação da cicatrização de feridas de difícil evolução. Ainda, segundo Agnes (2017, p. 365), os efeitos da radiação sobre tecidos dependem da absorção de sua energia e da transformação desta em determinados processos biológicos. O efeito sobre estrutura viva depende principalmente da quantidade de energia depositada e do tempo em que esta foi absorvida. Os efeitos da energia depositada nos tecidos produzem uma ação primária ou direta, com efeitos locais do tipo fototérmico, fotoquímico, fotoelétrico ou bioelétrico. Esses efeitos locais provocam outros de ação indireta estímulo à microcirculação e aumento do trofismo, ou seja, aumento do processo de nutrição tissular que poderá repercutir numa ação regional ou sistêmica.

Segundo Estrela (2014) o envelhecimento da pele é um processo contínuo, que afeta não só a aparência, mas também a função cutânea. Por esta razão, estudos estão sendo realizados para identificar recursos que retardem os efeitos do envelhecimento, dentre eles os LEDs.

Os LEDs são diodos de semicondutores submetidos a uma corrente elétrica com comprimentos de onda que variam de 405nm (azul) a 940nm (infravermelho) fazendo com que sua ação ocorra através da estimulação direta intracelular (AZULARY, 2006 *apud* ESTRELA, 2014).

Segundo o autor, vários estudos têm possibilitado demonstrar que o LED promove a atenuação das rugas, o que motivou a realização da pesquisa, que teve como objetivo verificar o LED no rejuvenescimento facial.

A pesquisa foi composta por 40 voluntárias do sexo feminino, com faixa etária de 35 a 55 anos, moradoras de Paramirim/RN e com sinais de envelhecimento; deste grupo inicial, 16 desistiram. Com apenas 24 voluntárias, foram feitos subgrupos: Subgrupo 1 – grupo controle – 12 voluntárias e Subgrupo 2 – grupo experimental – 12 voluntárias.

Na primeira etapa de desenvolvimento da pesquisa, foram utilizados alguns instrumentos para as avaliações,

dentre eles, o Protocolo de Avaliação Facial – PAF (MICUSSI, 2008), que foi modificado para caracterização da pele e identificação dos sinais de envelhecimento; para realização do procedimento foto terapêutico foi usado o aparelho de LED, marca AVS-modelo HF-0,52.

Depois de concluídas as avaliações, foram ministradas palestras para ambos os grupos, com temas relacionados a prevenções e cuidados com a pele, 2 vezes ao mês durante 2 meses. Logo em seguida iniciou-se a segunda etapa somente com o grupo experimental, cujas voluntárias foram submetidas a aplicação do LED, utilizando luz vermelha de comprimento de onda 660nm, com potência de 20 Watts. Foram realizadas 16 sessões com duração de 20 minutos cada, 2 vezes na semana em dias alternados, pelo período de 2 meses. No final deste período, ocorreu nova avaliação, com aplicação do PAF modificado e os mesmos procedimentos realizados anteriores aos procedimentos com LED.

Os resultados obtidos, utilizando a classificação de Tsuji, possibilitaram a caracterização das rugas: 70% das voluntárias apresentaram rugas superficiais e 30% profundas no grupo controle, 55% rugas superficiais e 45% profundas no grupo experimental. Concluiu-se que na pele esticada as rugas não se modificam; já as rugas superficiais desaparecem ao estiramento. Verificou-se também que ocorreu um aumento do ângulo direito e esquerdo dos 2 grupos, tendo mais evidência do lado direito no grupo experimental. Quanto à medida do sulco nasogeniano, os resultados foram mais evidentes no lado esquerdo do grupo experimental.

Estrela (2014) cita também outro estudo realizado com 38 indivíduos (ABRAMOVITIS W., 2005 *apud* ESTRELA, 2014), que corrobora os resultados obtidos, mostrando que o efeito da terapia com LED é significativo, por ocorrer através da estimulação direta intracelular, o que resulta no chamado efeito da fotobioestimulação ou fotomodulação. Utilizando-se de tal tecnologia afirma que há eficiência no tratamento de diversas patologias de pele, cicatrização de feridas e reparações teciduais.

Outro estudo realizado por Freitas (2012), comparando o LED e o LASER, afirma que o LED vermelho (630nm) demonstrou ser mais eficaz que o LASER de baixa intensidade (660nm) no tratamento de mucosite oral em pacientes oncológicos no que se refere à cicatrização de lesões no grau 3 inicial de mucosite e demonstrou efeitos analgésicos superiores ao LASER nos graus iniciais 1 e 2 de mucosite. Para os efeitos na cicatrização no grau inicial 1 e 2 e de analgesia no grau 3 inicial mostrou-se semelhante ao LASER. Em seu estudo foi observado que o efeito da fototerapia não é dependente de uma coerência ou colimação

da luz, a autora afirma que o fato do LED ter atingido um melhor efeito cicatricial pode ser justificado pela área do feixe do LED ser 25 vezes maior que a do Laser, permitindo uma maior irradiação da área da mucosa; também pode ser justificado por uma maior irradiação sobre os cromóforos aumentando o processo de cicatrização.

No que se refere ao efeito de analgesia, Freitas (2012) relatou que os estudos sobre os efeitos na diminuição da dor ainda são poucos e ainda é preciso mais investigações. Pode-se ressaltar que os parâmetros e a forma de aplicação são os requisitos mais importantes para um resultado satisfatório, seja utilizando a fototerapia LASER ou LED.

Segundo Dourado (2015) a terapia LED é uma alternativa interessante ao LASER de baixa intensidade, pois possui efeitos similares no tratamento das patologias de pele, cicatrização de feridas e reparo tecidual, além de possuir custos reduzidos.

Karu (2003) e Corazza (2005) afirmam que a propriedade de coerência é perdida na interação da luz com o tecido biológico, não sendo a condição essencial para obtenção dos resultados.

A fototerapia LED atua sobre o processo de cicatrização através do aumento da proliferação celular. O espectro de luz vermelha atinge o citocromo c oxidase gerando o aumento da ATP das células que resulta na síntese de colágeno e elastina. (MEYER, 2010; MATHEUS, 2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo realizar uma revisão da literatura que trata dos efeitos fisiológicos do LED vermelho no tegumento. Cada um dos artigos escolhidos abordou os efeitos do LED através de uma perspectiva e metodologias distintas: Alberto (2016), em pesquisa *in vitro*, realizou experimentos expondo células *Vero* (fibroblastos) à luz de LED, comparando-as a um grupo controle. Meyer (2010), em pesquisa *in vivo*, em animais, utilizou-se de ratos *Wistar* para analisar os efeitos do LED verde e do LED vermelho na cicatrização de feridas cutâneas e os comparou a um grupo controle. Siqueira (2009) através de estudo de caso, com um indivíduo de 86 anos, analisou os efeitos biológicos da aplicação do LED na cicatrização da úlcera venosa. Estrela (2014) analisou os efeitos da radiação pelo LED vermelho na flacidez tissular facial, em um grupo experimental de 12 voluntárias, quando comparado a um grupo controle com outras 12 voluntárias. E, finalmente, Freitas (2012) realizou comparação dos efeitos entre LED e LASER em tratamento *in vivo* em pacientes com mucosite oral induzida por quimioterapia, com 40 voluntários divididos em dois

grupos sendo um com tratamento com LED e outro com LASER.

Ao comparar os estudos realizados, foi possível verificar que, nos casos apresentados pelos autores, os resultados sobre os efeitos são positivos, uma vez que o LED otimizou o tempo de crescimento das células *Vero* (ALBERTO, 2016); proporcionou epitelização nas margens da ferida e a formação de cicatrizes com melhor qualidade e seus benefícios são maiores quando utilizado o LED vermelho, em relação ao LED verde (MEYER, 2010); contribuiu para a melhoria da cicatrização da úlcera venosa (SIQUEIRA, 2009); auxiliou na melhoria na flacidez tissular da pele facial, na região nasogeniana (ESTRELA, 2014) e apresentou melhor ação analgésica nos graus iniciais 1 e 2 de mucosite, quando comparada ao tratamento por LASER e no grau 3 melhor cicatrização (FREITAS, 2012).

Quanto aos parâmetros utilizados nos estudos, apesar de alguns não fornecerem a potência do aparelho, ou até mesmo apresentarem potências diferentes um estudo de outro, Karu (2013) define que usando o mesmo comprimento de onda, intensidade e tempo de irradiação, aparelhos de luz coerente e não coerente fornecem o mesmo efeito biológico. Trajano (2013) diz que a dose por ponto considerada universal é de 4 J/cm², acima dessa dosagem, os processos começam a ficar mais lento e alerta para a questão da potência em laserterapia, que para obter ações mais efetivas é imperativo uma boa potência que gira em torno de 100 mW. E em tecidos mais profundos é recomendado não utilizar potências superiores a 150 mW, uma vez que a fisiologia da célula é muito sensível e quantidades elevadas de energias pode fazer com que as células que as recebem respondam de forma adversa. Agnes (2017) diz que a potência para Laser de Baixa Potência varia de 30 mW a 50 mW e Karu (2003) diz que os dispositivos terapêuticos hoje têm preferido utilizar a potência de 100mW. Com esses parâmetros e os estudos apresentados dentro das margens desses parâmetros, ou seja, dentro (2J/cm² a 4 J/cm²), confirmam os resultados obtidos nos estudos e que direcionam o uso do LED para os efeitos de cicatrização, ação anti-inflamatória e para analgesia e mostram ainda, que há mais benefícios do LED em relação ao LASER, em casos como o apresentado por Freitas (2014).

O presente estudo acena ainda para a importância na continuidade de novas pesquisas para a utilização do LED, em especial, do LED Vermelho, uma vez que seus efeitos são benéficos para o tegumento.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVITIS, W; ARROZALAP, G.A.K. *Light-emitting diode-based therapy*. *Dermclin*. V.12, n.3, p. 163-167, 2005.
- ALBERTO, T. et al. **Efeitos do Diodo Emissor de Luz (Led) Vermelho na Estimulação de Fibroblastos: ênfase na reparação tecidual**. Artigo publicado na Revista *Intellectus* N°33 Vol 1 2016. Disponível em: <<http://www.revistaintellectus.com.br/DownloadArtigo.ashx?codigo=585>> Pesquisado em: 07 abr. 2017.
- CASALECHI, H. L. et al. **Os efeitos do diodo emissor de luz de baixo nível no processo de reparo da terapia do tendão de Aquiles em ratos**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica do Instituto de pesquisa e desenvolvimento da Universidade do Vale do Paraíba, para obtenção de título de Mestre em Engenharia Biomédica. São José dos Campos/SP: UniVap. 2008. Disponível em: <<http://biblioteca.univap.br/dados/000002/00000268.pdf>> Pesquisado em 07 abr. 2017.
- COOPER, G. M., HAUSMAN, R. E. **A Célula: Uma abordagem molecular**. Tradução Maria Regina Borges-Osório. 3ª ed. – Porto Alegre: Artmed, 2007.
- CORAZZA, A. V. **Fotobiomodulação comparativa entre laser e LED de baixa intensidade na angiogênese de feridas cutâneas de ratos**. Dissertação de Mestrado - Escola de Engenharia de São Carlo/Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/ Instituto de Química de São Carlos/ Universidade de São Carlos/SP, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/82/82131/tde-25072006-095614/pt-br.php>> Pesquisado em: 07 abr. 2017.
- CULURA, B. G.; COSTA, C. F. R.; LIMA, C. R. J. **Fototerapia e Eletrolifting no Tratamento de Rugas Estáticas**. Artigo apresentado no V Encontro de Pesquisa e Simpósio de Educação Unisalesiano da universidade UNISALESIANO de Lins/SP, Brasil. 2015. Disponível em: <<http://www.unisalesiano.edu.br/simposio2015/publicado/artigo0239.pdf>> Pesquisado em 31 ago 2017.
- DAVIDOVICH, L. **Os quanta de luz e a ótica quântica**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 37, n. 4, 4205 Dez 2015. ISSN 1806-1117. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v37n4/0102-4744-rbef-37-4-4205.pdf>>. Pesquisado em 25 ago. 2016.
- DETERLING, L.C. et al. **Benefícios do laser de baixa potência no pós-cirúrgico de cirurgia plástica**. Revista Augustus. V.14, n.29, p. 45-53, 2010. Disponível em: <http://apl.unisuam.edu.br/augustus/pdf/ed29/rev_augustus_ed29_04.pdf>. Pesquisado em: 31 ago 2017.
- DIAS, I. F. L. et al. **Efeitos da luz em sistemas biológicos**. Revisa Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 30, n. 1, p. 33-40, jan./jun. 2009. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/viewFile/1954/4083>>. Pesquisado em: 31 ago. 2017.
- DOURADO, K. B. V. et al. **Ledterapia: uma nova perspectiva terapêutica ao tratamento de doenças da pele, cicatrização de feridas e reparo tecidual**. Revista Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde Vol. 15, Nº. 6, Ano 2011. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/260/26024221017.pdf>>. Pesquisado em: 09 nov. 2016.
- DUARTE, I.; BUENSE, R.; KOBATA, C. **Fototerapia**. Anais Brasileiro de Dermatologia, 2006;81(1):74-82. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abd/v81n1/v81n01a10.pdf>>. Pesquisado em 07 abr. 2017.
- ELDER, D. E. L. **Histopatologia da Pele**, 10ª edição. Rio de Janeiro/RJ: Guanabara Koogan, 2011.
- ESPER, M. A. L. R. **Análise comparativa do efeito da terapia com laser ou LED de baixa potência durante o movimento ortodôntico – Estudo Clínico**. Dissertação de Mestrado em Bioengenharia – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Paraíba/PB, 2010.
- ESTRELA J. V. et al. **Efeito do LED na Flacidez Tissular Facial**. Revista Científica da Escola da Saúde da Universidade Potiguar - UnP – Catussaba. Ano 3, nº 2, abr. / set. 2014. Disponível em: <<https://repositorio.unp.br/index.php/catussaba/article/view/577/457>>. Pesquisado em 25 ago. 2016.
- FREITAS, A. C. C. **Estudo comparativo do efeito das fototerapias LED e Laser de baixa intensidade no tratamento da mucosite oral em pacientes submetidos à quimioterapia**. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Odontologia pela Universidade de São Paulo. Faculdade de Odontologia de São Carlos/SP, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/23/23140/tde-14092012-15364.php>>. Pesquisado em: 07 set. 2017.
- GERSON, J. et al. **Fundamentos de Estética vol. 3: Ciências da pele - Tradução da 10ª edição norte-americana**. 10. ed. São Paulo: Cengage Learning Editores, 2012.
- GUIRRO, E; GUIRRO, R. **Fisioterapia Dermatofuncional**. São Paulo: Manole, 2004.
- HARRIS, M. I. N. C. **Pele: do nascimento à maturidade**. São Paulo: Editora Senac, 2016.
- HENRIQUES, A. C. S.; CAZAL, C.; CASTRO, J. F. L. **Ação da laserterapia no processo de proliferação e diferenciação celular. Revisão da literatura**. Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões 2010; 37(4):295-302. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69912010000400011>.

Pesquisado em: 31 ago. 2017.

HILL, P.; OWENS, P. **Milady Laser e Luz**. Tradução técnica: Julia Scherer Santos. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

KALIL, C. L. P. V. **Laser e outras fontes de Luz na Dermatologia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. Resumo encontrado em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=5j4tdxcbnvMC&oi=fnd&pg=PP8&dq=led+na+estetica+%22facial+e+corporal%22&ots=APjzEr3Lyi&sig=9ktYz2OKfy61OlkDwrhPv698ROs#v=onepage&q&f=false>>. Pesquisado em: 07 abr. 2017.

KARU, T. I., KOLYAKOV, S. F. **Exact Action Spectra for Cellular Responses Relevant to Phototherapy**. Revista *Photomedicine and Laser Surgery*, Larchmont, v. 23, n. 4, p. 355-361, 2005. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16144476>>. Pesquisado em: 31 ago. 2017.

KARU, T. I. **Molecular mechanism of the therapeutic effect of low-intensity laser radiation**. *Life Sciences, Oxford*, v. 2, n.º 1, p. 53-74, 1998. Disponível em: <www.isan.troitsk.ru/dls/publ/73.pdf>. Pesquisado em 26 out. 2016.

_____. **Low-Power Laser Therapy**. In: VO-DINH, T., editor. *Biomedical Photonics Handbook*. Florida: CRC Press, cap. 48, 2003.

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

LINS, R. D. A. U. et al. **Efeitos bioestimulantes do laser de baixa potência no processo de reparo**. *Anais Brasileiros de Dermatologia* 2010; 85(6): 849-55. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abd/v85n6/v85n6a11.pdf>>. Pesquisado em: 31 ago. 2017.

LUPI, O.; BOLEIRA, M. **Dermatologia fundamental**. São Paulo: AC Farmacêutica, 2013.

MATEUS, A.; PALERMO, E. **Cosmiatria e Laser - Prática no Consultório Médico**. AC Farmacêutica, 2012.

MEYER, P. F. et al. **Avaliação dos efeitos do LED na cicatrização de feridas cutâneas em ratos Wistar**. *Fisioterapia Brasil - Volume 11 - Número 6 - novembro/dezembro de 2010*. Disponível em: <<https://www.scienceopen.com/document?vid=c0b974ca-6003-433e-bb0f-9073ac4a3989>> Pesquisado em 25 ago. 2016.

MOREIRA, M. C. **Utilização de conversores eletrônicos que alimentam LEDs de alto brilho na aplicação em tecido humano e sua interação terapêutica**. Tese de Doutorado - Curso de Engenharia Elétrica, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2009. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=178429> Pesquisado em: 25 ago. 2016.

PASSARELLA, S.; KARU, T. I. **Absorption of monochromatic and narrow band radiation in the visible and near IR by both mitochondrial and non-mitochondrial photoacceptors results in photobiomodulation This paper is devoted to the memory of Prof. Lorenzo Bolognani who was one of the pioneers in the field of photobiomodulation**. *Journal of Photochemistry and Photobiology B Biology* 140C:344-358-August 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/265692038_Absorption_of_monochromatic_and_narrow_band_radiation_in_the_visible_and_near_IR_by_both_mitochondrial_and_non-mitochondrial_photoacceptors_results_in_photobiomodulation_This_paper_is_devoted_to_the_m> Pesquisado em: 31 abr. 2017.

PEREIRA, Maria de Fátima Lima. (Org.) **Recursos Técnicos em estética**. Série curso em estética. v. 2, 1 ed. São Caetano do Sul, SP: Difusão Editora, 2013.

POLLARD, T. D.; EARNSHAW, W. C. **Biologia Celular**. Curitiba/SC:Saunders Elsevier, 2006.

SANTOS, I. N. P. et al. **O Uso da Fototerapia no controle do edema no pós-operatório de cirurgias estéticas**. Artigo apresentado no XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação da Universidade do Vale do Paraíba, 2011. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/arquivos/0704_0990_01.pdf>. Pesquisado em 28 ago. 2016.

SILVA, Ana C. M.; ASSAIANTE, Thaís C.; SANTOS, Thamiris R. **O uso de terapia combinada entre ativos cosméticos ADCOS e HYGIALUX KLD no tratamento de acne grau III: um estudo comparativo**. Trabalho apresentado no V Encontro Científico de educação UNISALESIANO, Lins/SP em 2015. Encontrado em: <http://www.unisalesiano.edu.br/simposio2015/publicado/artigo0243.pdf>, Pesquisado em 25 ago. 2016.

SILVA, A. P. **Inativação dos micro-organismos causadores da unicomicose por terapia fotodinâmica - estudo in vitro e clínico**. Dissertação de Mestrados do Instituto de Física de São Carlos. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/76/76132/tde-30042013-142038/pt-br.php>>. Pesquisado em: 07 set. 2017.

SILVA, C. R. L.; SILVA, R. C. L.; VIANA, D. L. **Compacto dicionário ilustrado de saúde**. 6ª Ed. Rev. e Atual. – São Caetano do Sul, SP: Yendis Editora, 2011.

SIQUEIRA, C. P. C. M. et al. **Efeitos biológicos da luz: aplicação de terapia de baixa potência empregando LEDs (Light Emitting Diode) na cicatrização da úlcera venosa. Relato de caso**. Revista Semina: Ciências Biológicas e da saúde, vinculada à Universidade Estadual de Londrina – Londrina/PR, v. 30, n.º 1, p. 37-46 – jan/jun 2009.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0367.2009v30n1p37>

Disponível em: <www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/index/>. Pesquisado em 26 out. 2016.

TAMURA, B. M.; TAMURA, P. T. **Avaliação do Tratamento para Rejuvenescimento com o LED (Light Emitting Diodes)**. Artigo Técnico, publicado por Industra Ltda. Disponível em: <<http://www.industra.com.br>>. Pesquisado em: 07 set. 2017.

TAZIMA M. F. G. S.; YAMVA, V.; MORIYA T. **Biologia da ferida e cicatrização**. Revista da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo. 2008; 41 (3): 259-64. Disponível em: <<http://revista.fmrp.usp.br/>>. Pesquisado em: 06 set. 2016.

TRAJANO, R. O *laser* de baixa intensidade a serviço da Estética. In: PEREIRA, M. F. L. (Org.) **Recursos técnicos em estética**. Série Curso de estética v.2. -1. ed. – São Caetano do Sul, SP: Difusão Editora, 2013, p. 171-236.

TRINDADE, A. K. et al. **Efeitos Bioestimuladores do Laser de baixa intensidade e LED terapia na saúde: Uma ação interdisciplinar e social**. Trabalho apresentado no Encontro Unificado de Ensino, Pesquisa e Extensão realizado pela Universidade Federal da Paraíba, XIV ENEX e XV ENID de 2013. João Pessoa/PB: Editora UFPB. 2013. Disponível em: <<http://www.prac.ufpb.br/enex/trabalhos/6CCSDMPROBEX2013295.pdf>>. Pesquisado em: 31 ago. 2017.

TZUNG T. Y.; WU K. H.; HUANG M. L. **Light phototherapy in the treatment of acne**. Photodermatol Photoimmunol Photomed. 2004;20:266-69. Disponível em: <<http://www.verilux.com/pdfs/Photodermatology-Photoimmunology-Photomedicine.pdf>>. Pesquisado em: 06 set. 2016.