



FACULDADE SETE LAGOAS - FACSETE  
ESPECIALIZAÇÃO EM HARMONIZAÇÃO OROFACIAL

**VANNUCI ÁLVARES DA FONSECA**

**A FOTOBIMODULAÇÃO NAS INTERCORRÊNCIAS DA HOF**

BELO HORIZONTE-MG

2022

**VANNUCI ÁLVARES DA FONSECA**

**A FOTOBIMODULAÇÃO NAS INTERCORRÊNCIAS DA HOF**

Monografia apresentada ao ao curso de Especialização Lato Sensu da Faculdade Sete Lagoas – FACSETE, como requisito parcial para conclusão do Curso de Harmonização Orofacial. Área de concentração Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Allyson Henrique Andrade Fonseca

BELO HORIZONTE-MG

2022

FACULDADE SETE LAGOAS - FACSETE

## ESPECIALIZAÇÃO EM HARMONIZAÇÃO OROFACIAL

Monografia intitulada "A FOTOBIMODULAÇÃO NAS INTERCORRÊNCIAS DA HOF" de autoria da aluna Vannuci Álvares da Fonseca, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

---

Allyson Henrique Andrade Fonseca -CETRO-BH –Orientador

---

Pedro Henrique Rocha Carvalho - CETRO-BH

BELO HORIZONTE-MG

16 de Setembro de 2022

Dedico esse trabalho a minha preciosa família que sempre vibra com minhas conquistas, especialmente a minha mãe Sarlene, que me ensinou a buscar a perfeita Luz, a meus brilhantes irmãos Vinicius, Vanubia e Milson e as minhas amadas filhas Gabriella e Rafaella que seguem pelo mesmo caminho da Luz que eu escolhi seguir.

## AGRADECIMENTOS

À Jesus,o Cristo, a Luz que me inspira a prosseguir mesmo diante das dificuldades.

Ao mestre Allysson Fonseca, que me proporcionou tanto conhecimento em tão pouco tempo.

A professora Marcela Thebit que me orientou nesse trabalho enriquecedor.

Às professoras Kenya Couto e Paula Bosi que prontamente se dispuseram a me ajudar nos momentos em que mais precisei de ajuda para esse trabalho.

*Então disse Deus:- Que haja luz!  
E a luz começou a existir.  
Deus viu que a luz era boa  
e a separou da escuridão.  
Gênesis 1: 3 e 4*

## RESUMO

### Fotobiomodulação e sua utilização nas intercorrências da Harmonização Orofacial

As intercorrências nos procedimentos realizados na Harmonização orofacial, apesar de desconfortáveis, fazem parte da rotina diária nos consultórios odontológicos. Por este motivo, urge a necessidade de se aprimorar cada vez mais em intervenções de resolução ou ao menos intervenções que visem a minoração do dano para todos os possíveis casos de intercorrência. Estudos recentes corroboram a fototerapia como terapia não somente adjuvante nos tratamentos regenerativos de tecidos, mas muitas vezes protagonista do efeito final esperado. Isto acontece porque o corpo humano possui estruturas moleculares que respondem de uma maneira indiscutivelmente resolutive ao estímulo por vários tipos de LEDs e lasers quando aplicados da forma adequada, especialmente em situações de estresse. Atualmente, os protocolos desenvolvidos para tal finalidade visam não somente o reequilíbrio do corpo frente a uma injúria, mas também se mostram adequados para a prevenção de quadros inflamatórios exacerbados e cicatrizes indesejadas. A Fototerapia se mostrou uma importante arma dentro da Harmonização Orofacial na busca da promoção de saúde física e emocional dos pacientes de uma forma cada vez mais segura. E trouxe resultados satisfatórios no manejo das intercorrências relacionadas aos processos inflamatórios, alteração de cor, alterações motoras e de sensibilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Intercorrências- Laser- LED -Fototerapias-Fotobiomodulação-

## ABSTRACT

### Photobiomodulation and its use in Orofacial Harmonization complications

Intercurrences in procedures performed in orofacial harmonization, despite being uncomfortable, are part of the daily routine in dental offices. For this reason, there is an urgent need to make improvements in resolution interventions or at least interventions aimed at mitigating damage for all possible cases of intercurrency. Recent studies support phototherapy as not only an adjuvant therapy in tissue regenerative treatments, but often a protagonist of the expected final effect. This happens because the human body has molecular structures that respond in an indisputably resolute way to stimulation by various types of LEDs and lasers when applied properly, especially in stressful situations. Currently, protocols developed for this purpose aim not only to rebalance a body facing an injury, but also prove to be adequate for the prevention of exacerbated inflammatory conditions and unwanted scars. Phototherapy has proved to be an important weapon within Orofacial Harmonization pursuing to promote the physical and emotional health of patients in an increasingly safe way. And it brought satisfactory results in the management of complications related to inflammatory processes, color change, motor and sensitivity changes.

**KEYWORDS:** Intercurrences- Laser- LED -Phototherapies-Photobiomodulation-

## **SUMÁRIO**

**1- INTRODUÇÃO**

**2- PROPOSIÇÃO**

**3- REVISÃO DE LITERATURA:**

**3.1- A NATUREZA DA LUZ**

**3.2- ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO**

**3.3- LASERS,LEDS E SUAS PROPRIEDADES**

**3.3.1-LASER**

**3.3.2- LED**

**3.3.3- ILIB**

**3.4- INTERAÇÃO DOS LASERS E LEDS COM OS TECIDOS BIOLÓGICOS**

**3.5- FOTOBIMODULAÇÃO**

**3.6- INTERCORRÊNCIAS NA HOF E A FOTOTERAPIA**

**3.7- PROTOCOLOS**

**4- DISCUSSÃO**

**5-CONCLUSÃO**

**6- REFERÊNCIAS**

## **1 INTRODUÇÃO**

Atualmente a Harmonização Orofacial tem se tornado cada dia mais presente na rotina dos consultórios odontológicos . No entanto, junto a crescente prática dos procedimentos da HOF é essencial que os profissionais que atuam na área estejam sempre atualizados, preparados e equipados tanto para as possíveis emergências médicas quanto para as intercorrências que comumente possam surgir ao realizarem qualquer tipo de procedimento em seus pacientes. Vale ressaltar que, a falta de assistência a situações como essas pode gerar não somente sérios comprometimentos físicos e psicológicos ao paciente como também processos judiciais. Por esse motivo, se faz necessário que nos aprofundemos no conhecimento dos mais recentes recursos científicos e tecnológicos voltados à resolução das já conhecidas e frequentes complicações da HOF.

Os procedimentos realizados em HOF comumente levam a resposta inflamatória no sítio trabalhado. Eventualmente este quadro esperado, pode ter seu curso natural de resolução alterado gerando os efeitos adversos mais comumente identificados como edema, eritema, hematoma, dor, nódulos, ptoses,parestesias e paralisias.

Ao estudar as intercorrências mais frequentes dessa nova especialidade odontológica e as possíveis soluções para elas , verificamos a indicação recorrente do uso de LEDs e Lasers de baixa intensidade para restabelecer o equilíbrio e a normalidade clínica dos pacientes nas mais variadas situações. Isso acontece porque a Fototerapia tem sido estudada há anos e conquistou seu espaço no meio médico e odontológico de uma forma sólida e bem embasada por inúmeros trabalhos e incontáveis pesquisas científicas realizadas até o momento.

## **2 PROPOSIÇÃO**

Meu foco nesta monografia será mostrar o motivo da primazia do uso da fotobiomodulação na grande maioria das intercorrências a partir de uma revisão da literatura de artigos e livros. Dessa forma poderei contribuir tanto para uma maior divulgação dessa terapia quanto para evidenciar a necessidade de se estabelecer protocolos de intervenção imediata e protocolos de prevenção para os tratamentos realizados na HOF atualmente.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

A Fototerapia é usada para diversos tratamentos e disfunções da pele e é considerada uma das mais antigas modalidades terapêuticas.

Temos registros que no Egito, na Índia e na China a helioterapia (tratamento baseado na luz solar) era usada tanto para o tratamento de doenças da pele como a psoríase e câncer de pele como para o raquitismo e até psicoses. Os gregos também acreditavam que a luz do sol fortificava e curava. Pitágoras, Platão, Aristóteles, Euclides e Arquimedes foram os primeiros a estudar a luz. (Oliveira, Perez, Souza, & Vasconcelos 2014)

No século XX, o físico Albert Einstein formulou a teoria Fotoelétrica que em 1916 resultou no texto: "Emissão Estimulada de Ondas Eletromagnéticas" que norteou os princípios do desenvolvimento do laser.

(Oliveira, Perez, Souza, & Vasconcelos 2014)

Em 1966 o médico Endre Mester, de Budapeste, na Hungria, realizou as primeiras aplicações clínicas com Laser em baixa potência para a bioestimular a cicatrização em úlceras crônicas. (Mester, 1966)

Endre ampliou o uso dos Lasers para diversos tratamentos a partir de uma série de estudos que realizou. (Dourado et al, 2011)

Oshiro, Calderhead, 1991 e Almeida -Lopes. 1997 Em seus estudos concluíram que existe no organismo animal uma função Fotorreguladora, a partir de Fotorreceptores que absorvem Fótons de determinado comprimento de onda que são capazes de transformar a atividade da célula. Baseando-se nesse conhecimento os Lasers terapêuticos podem ser usados para um efeito biomodulador.

Encontramos na literatura vários artigos do uso do laser em queimaduras, quelóides, cicatrizes hipertróficas, alopecias, acne, rejuvenescimento, celulite e estrias. (Ribeiro e Zezeli, 2004).

Baixas intensidades de energia estimulam a membrana celular e a mitocôndria estimulando a produção de ATP (Adenosina Trifosfato). (Pinar AVC et al, 2013, Pinto et al 2009)

Santos et al 2011 afirmaram que a Fototerapia é o método da fotobioestimulação do reparo tecidual que aumenta a circulação local, a proliferação celular e a síntese de colágeno. Dependendo do comprimento de onda tem ação anti-microbiana e anti-inflamatória.

Os efeitos biológicos da radiação do Laser podem ser efeitos de curto e longo. Os efeitos de curto prazo podem ser observados logo após a irradiação e os de longo prazo serão aqueles dependentes da biossíntese celular.

(Pinar AVC et al 2013)

A fototerapia aumenta o aporte de oxigênio e de nutrientes aos tecidos. Ela aumenta as proteoglicanas e outros componentes da matriz extracelular e assim aumenta o metabolismo e a renovação celular. (Manoel, Paolillo, Menezes 2014)

Experimentos de laboratório sugerem que lasers de baixa intensidade melhoram a cicatrização de feridas promovendo a proliferação celular, acelerando a formação de tecido de granulação, promovendo a síntese de colágeno, promovendo a formação do tipo I e pools de mRNA específicos de procolágeno tipo III,62 aumentando a síntese de ATP dentro da mitocôndria, ativando linfócitos e aumentando sua capacidade de se ligar a patógenos.

Os Lasers e Leds são importantes agentes antiálgicos, pois podem proporcionar ao organismo uma melhor resposta à inflamação, com conseqüente redução do edema e minimização da sintomatologia dolorosa, além de favorecer de maneira bastante eficaz a reparação tecidual da região lesada mediante a bioestimulação celular.

Muitos trabalhos evidenciam o uso da Laserterapia na cicatrização de feridas, na diminuição e extinção de tumores, nos processos de cicatrização e regeneração, na eliminação de manchas, no tratamento de queloides e cicatrizes hipertróficas, nas cirurgias de modo geral, na diminuição de edemas e no controle da dor. (Oliveira, Perez, Souza & Vasconcelos, 2014)

A Fototerapia pode ser aplicada em adultos e crianças e em todos os fototipos. É contra indicado somente para grávidas, lactantes, pacientes com câncer de pele na região a ser tratada e pacientes com glaucoma e cataratas sem acompanhamento médico. (Cultura, Costa, Lima, 2015)

Terapias com Laser e LED através de Fotobiomodulação permitem a modulação de reações biológicas a partir da interação dos fótons com os tecidos orgânicos. (Steidel, 2018)

Carvalho et al (2010), evidenciaram a influência do laser de baixa potência no aumento do percentual de colágeno e macrófagos em feridas. Usaram a análise histológica do tecido ferido e tratado com laser de diodo arsenieto de gálio e alumínio com dopado fosforeto de índio (InGaALP) potência de 100mW comprimento de onda de 660nm (4J/cm<sup>2</sup>) de 30 ratos e observaram o aumento da quantidade de fibras colágenas no tempo de 7 dias e a densidade delas no tempo de 14 dias mostrando o quanto o laser é capaz de influenciar no percentual de colágeno dessas feridas.

Tatarunas et al (1998), evidenciaram a ação do laser de AsGa na cicatrização de feridas cutâneas. Utilizaram o comprimento de onda de 904 nm, potência de 27W, com radiação de 2 ou 4 J/cm<sup>2</sup> em felinos. A técnica atuou positivamente na cicatrização por primeira intenção, se mostrando mais vantajosa na dose de 2 J/cm<sup>2</sup> em relação a 4 J/cm<sup>2</sup>. O laser é um adjuvante no processo cicatricial.

Estudos de meta-análises publicado na revista Photomedicine and Laser Surgery de 2004, garantiram em suas conclusões que a laserterapia é uma modalidade altamente eficaz para o reparo tecidual, para o controle da dor e que o comprimento de onda pode influenciar no resultado do tratamento.

Trabalhos encontrados na literatura evidenciaram que a luz administrada na dose adequada interage com as células dos tecidos e certas funções celulares poderão ser estimuladas.

Este efeito é particularmente evidente se a célula tem sua função debilitada.( Ribeiro e Zezell,p 947,2004)

Hamblin e Demidova(2006) consideraram 3 principais situações nas quais a fototerapia atuam:

- 1 Cicatrização de feridas, reparação de tecido e prevenção de morte tecidual
- 2 Alívio de inflamação em doenças crônicas associadas a dor e edema
- 3 Alívio da dor neurogênica e alguns problemas neurológicos.

Os relatos negativos da fototerapia estão relacionados com a escolha inadequada da fonte de luz, a dosagem, o preparo inadequado do paciente e a manutenção inadequada do aparelho. ( Lins et al;2010).

### **3.1 A NATUREZA DA LUZ**

A luz é uma entidade física estudada desde a Grécia antiga. Pitágoras no século IV a.C. postulou que a luz era composta de partículas emitidas pelos olhos. Aproximadamente dois séculos depois, Aristóteles iniciou o estudo da luz como sendo uma onda. O debate sobre a correta natureza da luz durou mais de 24 séculos e nesse período as mentes iluminadas da história expandiram o conhecimento sobre a luz. Apenas em meados do século XX chegou-se a conclusão que ambos, Pitágoras e Aristóteles estavam certos: a luz possui duas naturezas que coexistem simultaneamente: a corpuscular e ondulatória. Tal fenômeno é conhecido como dualidade onda-partícula.

Em sua natureza ondulatória, a luz possui dois campos que oscilam perpendicularmente entre si: um elétrico e um magnético. Ela é uma onda eletromagnética. Como todas as ondas a luz possui grandezas físicas associadas como: frequência (número oscilações por intervalo de tempo; período (tempo que uma onda precisa para realizar uma oscilação completa); velocidade de propagação e comprimento de onda ( distância percorrida pela onda ao realizar uma oscilação).Dentre estas, a característica mais importante quando estudamos Fotobiomodulação é o comprimento de onda.

Em sua natureza corpuscular,a luz é modelada como uma partícula conhecida como fóton. Um fóton é uma entidade física fundamental que porta uma certa quantidade de energia radiante. A natureza que a luz assume (onda ou partícula) depende do fenômeno que se deseja explicar.

A natureza da interação entre a radiação eletromagnética e a matéria viva é bem complexa. E no estágio atual do conhecimento, sabe-se que vários mecanismos intervêm: o térmico, o elétrico, o mecânico e o quântico. O conhecimento dessa interação é necessário porque os instrumentos biomédicos a laser se baseiam nela.

### 3.2 ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

Dependendo da frequência uma luz pode ou não excitar a nossa visão, e quando excita denominamos de luz visível.

A luz visível apresenta comprimento de onda no intervalo de aproximadamente 400 nm a 780 nm. Cada comprimento determina uma sensação de cor. Se o comprimento de onda estiver acima deste intervalo teremos a radiação infravermelha, e se estiver abaixo teremos a ultravioleta.

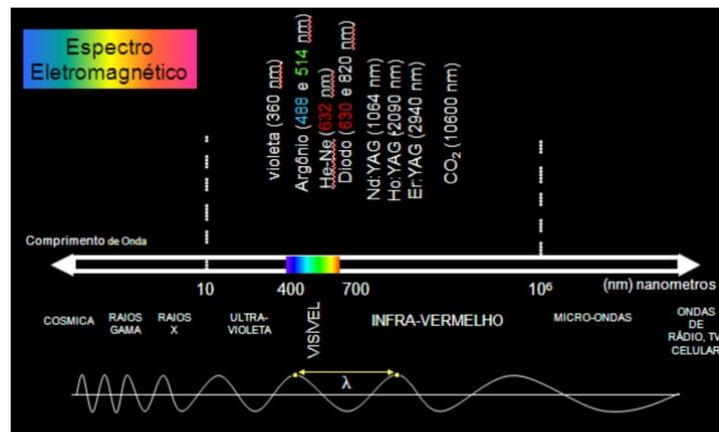


Figura 1 - Espectro eletromagnético.

O espectro eletromagnético abrange desde as ondas de comprimento longo, de rádio, tv, celular até ondas de menor comprimento, como a radiação ionizante dos raios gama e os raios X. São radiações de mesma natureza mas se diferem pela quantidade de energia que transportam e conseqüentemente diferem no tipo de interação com a matéria.

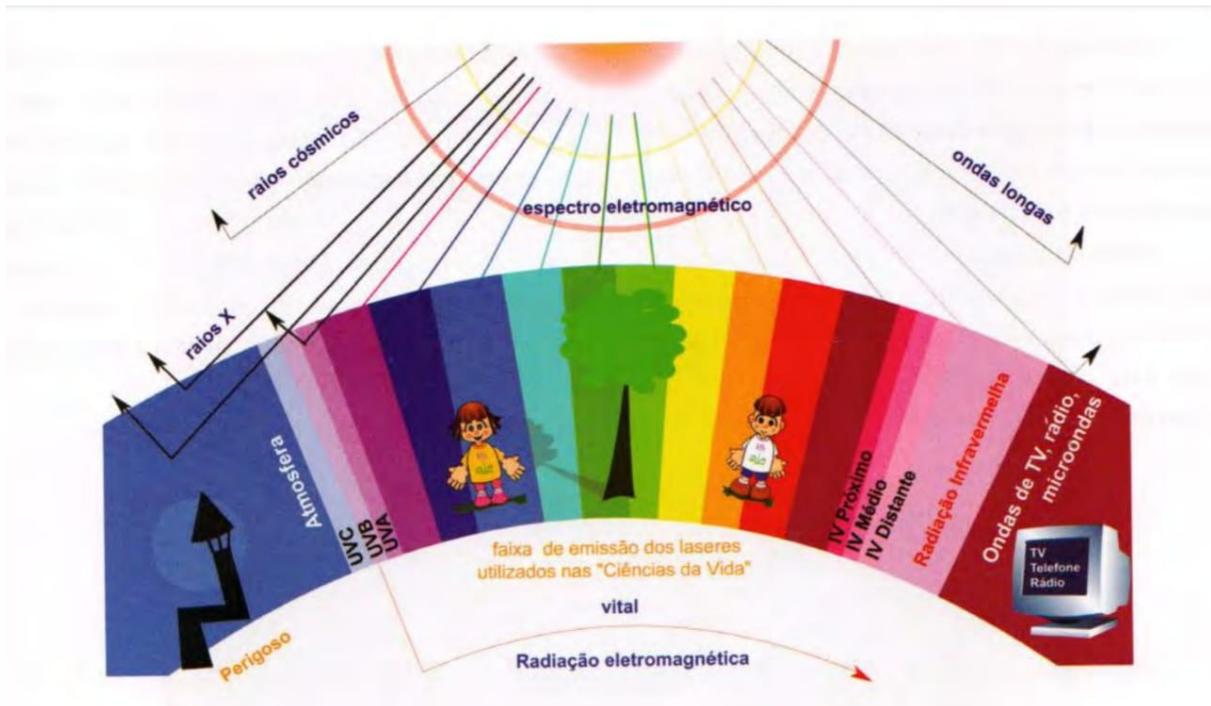


Figura 4 - Espectro de radiações eletromagnéticas

A luz visível pode apresentar-se em cores diferentes dependendo do comprimento de onda. Por ordem crescente de comprimento de onda, as cores do espectro visível são: violeta, azul, ciano, verde, amarelo, laranja e vermelho, sendo a de menor comprimento de onda a violeta e a de maior comprimento de onda o vermelho. A cor branca corresponde à reflexão de todas as cores simultaneamente, e a preta corresponde a ausência de cores, isto é, a ausência de ondas eletromagnéticas visíveis.

| Cor      | Comprimento de onda |
|----------|---------------------|
| vermelho | ~ 625-740 nm        |
| laranja  | ~ 590-625 nm        |
| amarelo  | ~ 565-590 nm        |
| verde    | ~ 500-565 nm        |
| ciano    | ~ 485-500 nm        |
| azul     | ~ 440-485 nm        |
| violeta  | ~ 380-440 nm        |

Tabela 1 - Cores do espectro

Fonte: Wikipédia (2021)

### 3.3 LASERS,LEDS E SUAS PROPRIEDADES

#### 3.3.1- LASER

A palavra LASER é um acrônimo inglês: “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” É a amplificação da luz por emissão estimulada de radiação eletromagnética feita por um dispositivo.

O primeiro laser construído foi em maio de 1960 por Theodore Mainan que utilizou um cristal de rubi. Em 1962 Leon Goldmann foi o primeiro a usar o laser de alta potência conhecido como laser cirúrgico com potência acima de 1 W. ( Oliveira, Perez,Souza & Vasconcelos 2014)

As principais propriedades físicas de um laser são:

Monocromaticidade devido a radiação produzida ser constituída de fótons com um único comprimento de onda. Coerência porque o feixe se propaga na mesma direção no tempo e no espaço com a mesma frequência. Unidirecionalidade com fótons paralelos e uma excelente colimação que faz com que a energia radiante seja transmitida à distância. (Oliveira; Feitosa;Gomes,2018).

Essas propriedades permitem a concentração do laser em um único ponto e também que ela seja absorvida por alvos específicos( moléculas,células,organelas) e isso contribui para a previsibilidade nas aplicações.

Para a utilização do laser devemos estabelecer o comprimento de onda, as doses, o ritmo de tratamento, os pontos de aplicação e a sequência de tratamento. Sendo necessário padronizar a energia,a potência,o tempo, o modo de irradiação, a área a ser irradiada e a densidade de energia.( Mello;Mello,2001) ( Menezes, 2017)

Os lasers são divididos em dois grupos: Lasers de alta intensidade que possui um efeito fototérmico e pode ser usado para corte,vaporização e carbonização de tecidos e coagulação. E os lasers de baixa intensidade que promovem efeitos fotoquímicos,fotofísicos e fotobiológicos com propriedades biomoduladoras,analgésicas,antiinflamatórias e cicatrizantes. Eles também são conhecidos como lasers terapêuticos. ( Silveira,2001)

Quadro 1: Tipos de laser mais comumente utilizados na Odontologia

| Meio Ativo      | Estado da matéria  | Comprimento de onda | Principais moléculas absorvedoras | Apresentação          | Aplicação clínica   |
|-----------------|--------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------|---|
| Er, Cr:YSGG     | Sólido             | 2780 nm             | Água                              | Alta potência         | Tecidos Duros (Remoção, preparo e descontaminação de tecidos mineralizados, como osseo e dentário) e Tecidos moles (Descontaminação, incisão) |
| Er:YAG          |                    | 2940 nm             | Água                              | Alta potência         |   |
| Nd:YAG          |                    | 1064 nm             | Hemoglobina/ melanina             | Alta potência         |   |
| AsGa            | Diodo Semicondutor | 635 nm – 980 nm     | Hemoglobina/ melanina             | Alta e baixa potência | Baixa potência: terapia de fotobiomodulação<br>Alta potência: Descontaminação, incisão e homeostasia em tecido mole.                          |
| CO <sub>2</sub> | Gasoso             | 9600 – 10600 nm     | Água                              | Alta potência         | Descontaminação, incisão e homeostasia em tecido mole.  |

O laser de baixa potência não produz efeito térmico portanto se a temperatura do local de sua aplicação aumentar será consequência do aumento do metabolismo celular e da vasodilatação provocada na região. (Ribeiro e Zezell,2004)

O Laser de baixa intensidade ( LPL) ou ( LLLT) ou ( LILT) apesar de terem baixa energia ela é suficientemente alta para estimular a membrana ou as organelas celulares e restabelecer o estado de normalidade na região. O Laser terapêutico é indicado para quadros patológicos onde se quer melhorar a qualidade e a maior rapidez na reparação de tecido mole,ósseo e nervoso. ( Almeida-Lopes,1997,1999)

O laser terapêutico não tem efeito diretamente curativo, mas atua como um importante agente antialgico ao proporcionar uma melhor resposta a inflamação,com consequente redução de edema e minimização da sintomatologia dolorosa, além de favorecer de maneira bastante eficaz na reparação tecidual da região lesada mediante a bioestimulação celular.( Lins et al.,2010)

A terapia com laser tem sido administrada com o objetivo de promover melhor resolução de processos inflamatórios, redução da dor, evitar a ocorrência de edema, bem como , preservar tecidos e nervos adjacentes ao local da injúria. Tais efeitos podem ser alcançados através de comprimentos de onda entre 600 e 1000 nm e potências de 1 mW a 5 mW/ cm<sup>2</sup> ( Andrade;Clark; Ferreira,2014)

O laser tem um papel normalizador das funções celulares: ele fala a linguagem da célula.(Oshiro e Calderhead,1991).

Os lasers terapêuticos promovem ação anti inflamatória, analgésica e indutora de reparo pois promovem a proliferação celular,neoformação tecidual, revascularização e redução de edema. (Brugnera 2004 apud Henriques,Caza L,Castro,2010 p 295)

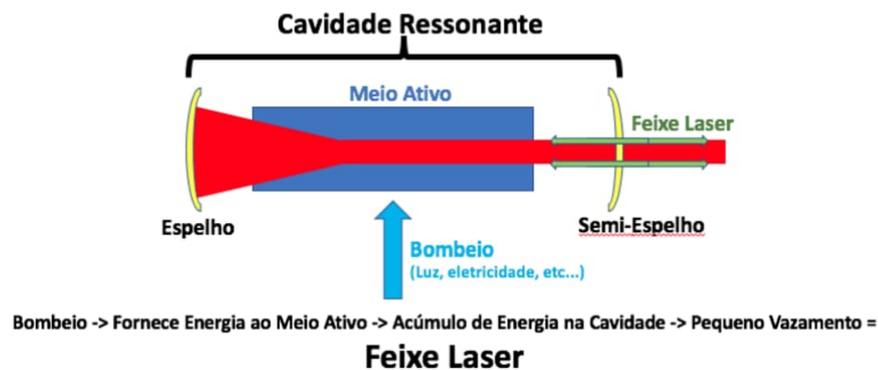
Lasers de baixa potência ou terapêuticos, apresentam propriedades analgésicas, anti-inflamatórias e de bioestimulação (SILVA et al., 2007; BARROS et al., 2008); incluem-se nesta última categoria o laser de hélio-neônio (He-Ne), cujo comprimento de onda é 632,8 nm, ou seja, na faixa de luz visível (luz vermelha); o laser de arseneto de gálio alumínio

(Ga-As-Al) ou laser de diodo, cujo comprimento de onda se situa fora do espectro de luz visível (luz infravermelha), sendo, aproximadamente, 780-830nm, e o laser combinado de hélio-neônio diodo.

Para se ter um efeito biológico em um organismo vivo, os fótons terapêuticos devem ser absorvidos por um cromóforo molecular ou fotorreceptor como as porfirinas, flavinas, melanina ou outras entidades de absorção de luz no tecido alvo. Na pele esses receptores são a melanina, hemoglobina, carotenos, flavoproteínas, moléculas de água e porfirinas.

A absorção de energia térmica pelos cromóforos estimula a remodelação da matriz extracelular, a produção de colágeno e elastina, redução de pigmento e de eritema. ( Jagdeo J. pag 65- Revista brasileira militar de ciências)

O comprimento de onda do laser define a profundidade de penetração. Já a absorção está ligada aos cromóforos( Jacques, 1995).



**Figura 2** – Esquema simplificado das partes que constituem um laser e o processo desde o bombeio de energia até a obtenção da luz LASER emergente (Desenho esquemático de Lizarelli, RFZ).

### 3.3.2- LED

LED é uma sigla em inglês que significa 'Light Emitting Diode' ( Diodo Emissor de Luz). Os LEDs são fontes de luz que convertem a energia elétrica diretamente em luz por eletroluminescência através de feixes semicondutores proporcionando um mínimo aquecimento. Possuem um comprimento de onda entre aproximadamente 385nm e 850nm. Eles produzem muita energia com baixo calor.

Os LEDs não possuem as mesmas propriedades físicas dos lasers. Não são monocromáticos porque a luz emitida tem variações de tons dentro de um mesmo espectro

de luz. Eles também não são colimados e coerentes, mas em seus comprimentos de onda também irão promover estímulos intracelulares.

Em comparação ao laser, o LED dispersa a luz em uma superfície maior e pode ser usado em grandes áreas, reduzindo o tempo da aplicação. A energia pelo LED é mensurada em miliWatts, e o laser em Watts. (Barolet et al;2009)

O LED atua nas mitocôndrias gerando o aumento na síntese de ATP e dessa forma acelera os processos cicatríciais. (Revista científica da FHO v7n1/2019).

Quando a ATP aumenta, é ativada uma sinalização intracelular onde outros fatores (Na<sup>+</sup> Ca<sup>2+</sup> -K<sup>+</sup>) são acionados para promover reparo e regeneração. (Pinar AVC et al 2013)

De acordo com o comprimento de onda, os LEDs apresentam diferentes cores e diferentes reações do organismo.

O LED violeta possui comprimento de onda de 380 a 450 nm . É absorvido na pele pela oxihemoglobina, oxidasas terminais e pelas flavoproteínas que são responsáveis pela geração do oxigênio molecular com efeito bactericida contra microorganismos anaeróbicos. Melhora a saturação de oxigênio local e otimiza o metabolismo daquelas células encontradas em estágios de potencial redox alterado por exemplo por processos inflamatórios.

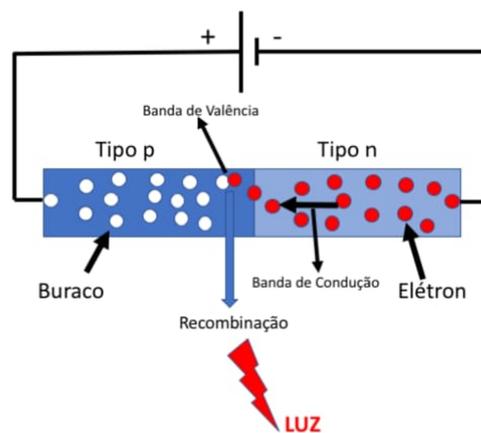
O LED azul possui comprimento de onda de 420 a 490nm. Ele acelera a ação dos processos inflamatórios através da estimulação das colônias de macrófagos e granulócitos. Reduz as lesões e a dor sendo bem indicado no tratamento da acne vulgar, (Froes,2013). O LED azul também é indicado para promover hidratação e pode ser utilizado para tratamento de hiperpigmentação por alteração vascular. (Alves,2016).

O LED verde possui comprimento de onda de 515 a 570nm. Possui efeito rejuvenescedor porque atua na síntese de fibroblastos aumentando a produção de colágeno tipo 1 e elastina. (Froes,2013).

Os LEDs verde e azul também são usados no tratamento de hiperchromias. (Abrantes et al;2016)

O LED âmbar possui comprimento de onda de 570 a 590nm. Também possui efeito rejuvenescedor através da síntese de fibroblastos aumentando a produção de colágeno e elastina mas também é indicado no tratamento hiperchromias. (Abrantes et al;2016)

O LED vermelho possui comprimento de onda 620 a 680nm. Também possui efeito rejuvenescedor e atua diminuindo o processo inflamatório, inibindo a enzima ciclooxigenase e as prostaglandinas. (Oliveira;Augusto;Moreira,2018.)



**Figura 3** – Esquema de um diodo emissor de luz (Desenho esquemático de Lizarelli,

### 3.3.3 -ILIB

ILIB é uma sigla em inglês: Intravascular Laser Irradiation of Blood, e se refere a técnica de laserterapia de ação sistêmica onde o corpo recebe uma irradiação de laser intravascular e por isso os componentes do sangue como lipídios sanguíneos, plaquetas, sistema imunológico e hemácias são os principais alvos.

Na técnica original do ILIB a fibra óptica era inserida dentro de um canal vascular.

A técnica mais usada atualmente é uma técnica modificada: ILIB-M. Nessa técnica o laser vermelho é aplicado sobre a pele na região de uma artéria de grande calibre durante 30 minutos continuamente. Geralmente a artéria escolhida é a artéria radial. Na literatura encontramos também sua utilização intranasal com o mesmo propósito.

Os benefícios do laser sistêmico foram descobertos por cientistas russos e são utilizados na medicina desde 1970 sendo que inicialmente era usado somente para tratamentos cardiovasculares.

Atualmente o ILIB é utilizado para uma ampla gama de condições médicas, incluindo diabetes mellitus, asma, hepatite crônica, esclerose múltipla, doenças cardiovasculares, hipertensão e doenças autoimunes.

Inúmeras pesquisas e trabalhos sobre os mecanismos de ação do ILIB já foram realizados. Muitos deles mostram principalmente o efeito antioxidante da terapia através da reativação da enzima superóxido dismutase (SOD) que é uma enzima chave no controle dos níveis de radicais livres e promoção da homeostasia.

Em condições ácidas do sangue, em uma situação inflamatória, a enzima SOD pode ser inativada dificultando os processos de cura e regeneração, por isso a utilização do ILIB

nestas situações impulsiona o retorno do equilíbrio de uma forma muito mais rápida pois ele é capaz de reverter o estresse oxidativo.

Além da reativação da enzima SOD, o ILIB vai agir na membrana celular e ativar células imunológicas, degradar mastócitos e modular lipídios; vai promover o desligamento de óxido nítrico (NO) da hemoglobina e assim melhorar a oxigenação e a vasodilatação; vai reativar o metabolismo celular para a liberação de ATP; e vai induzir um campo elétrico, polarizando as substâncias do sangue para o centro do vaso e aumentando temporariamente o fluxo sanguíneo.

Ainda sobre a ação do ILIB temos na literatura o relato de que ele promove o aumento na captação de Prolina e Glicina pelos fibroblastos, o que gera um ganho na produção de colágeno e tecido conjuntivo. Abergel e col. Realizaram experiências irradiando fibroblastos em cultivos experimentais visando a produção de colágeno e segundo a conclusões dos autores, o laser também é indicado para o tratamento de quadros clínicos onde o equilíbrio do colágeno está comprometido (ex. quelóides).

Ao nível da cascata do ácido aracdônico o uso do ILIB bloqueia a formação de prostaglandinas, sobretudo do tipo PG2 e PH2 (da qual vem a formação do tromboxane A2 e B2, respectivamente responsáveis pela diminuição de fluxo regional e pela lesão da pele).

Por fim, temos ainda o relato de que o ILIB acelera a captação de uridina, síntese ativa de RNA, e conseqüentemente estimula a produção de DNA e é eficaz contra agentes danosos do DNA, por isso pode ser usado para manutenção dos telômeros.

Uma observação importante sobre a ação do laser He-Ne no organismo é que ele permanece por 41 dias após a aplicação.

O tratamento com ILIB portanto pode ser usado tanto em pós operatórios quanto em situações de intercorrências visando tratar o paciente para completa recuperação ao otimizar o funcionamento de cada sistema.

### **3.4 INTERAÇÃO DOS LASERS e LEDS COM OS TECIDOS BIOLÓGICOS**

A energia da luz, como radiação eletromagnética, ao atingir um tecido biológico poderá ser refletida, transmitida, espalhada ou absorvida pelo tecido.

As partes dela refletidas e transmitidas não provocarão efeito sobre tecido alvo. Mas as partes absorvidas e as espalhadas irão interagir com o tecido provocando alterações com

efeitos de fotobiomodulação.

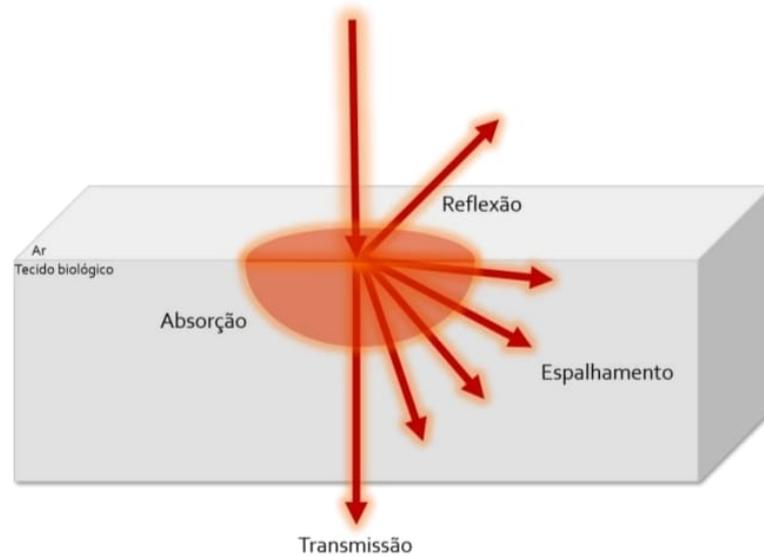
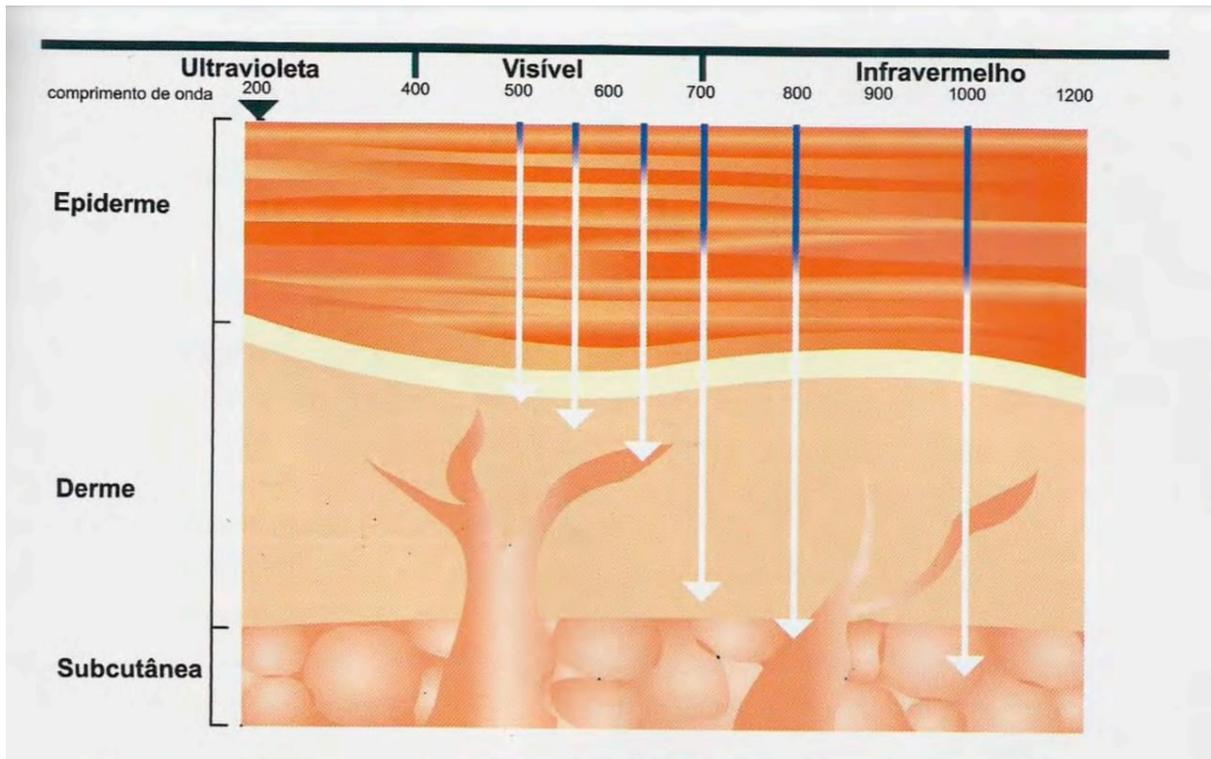
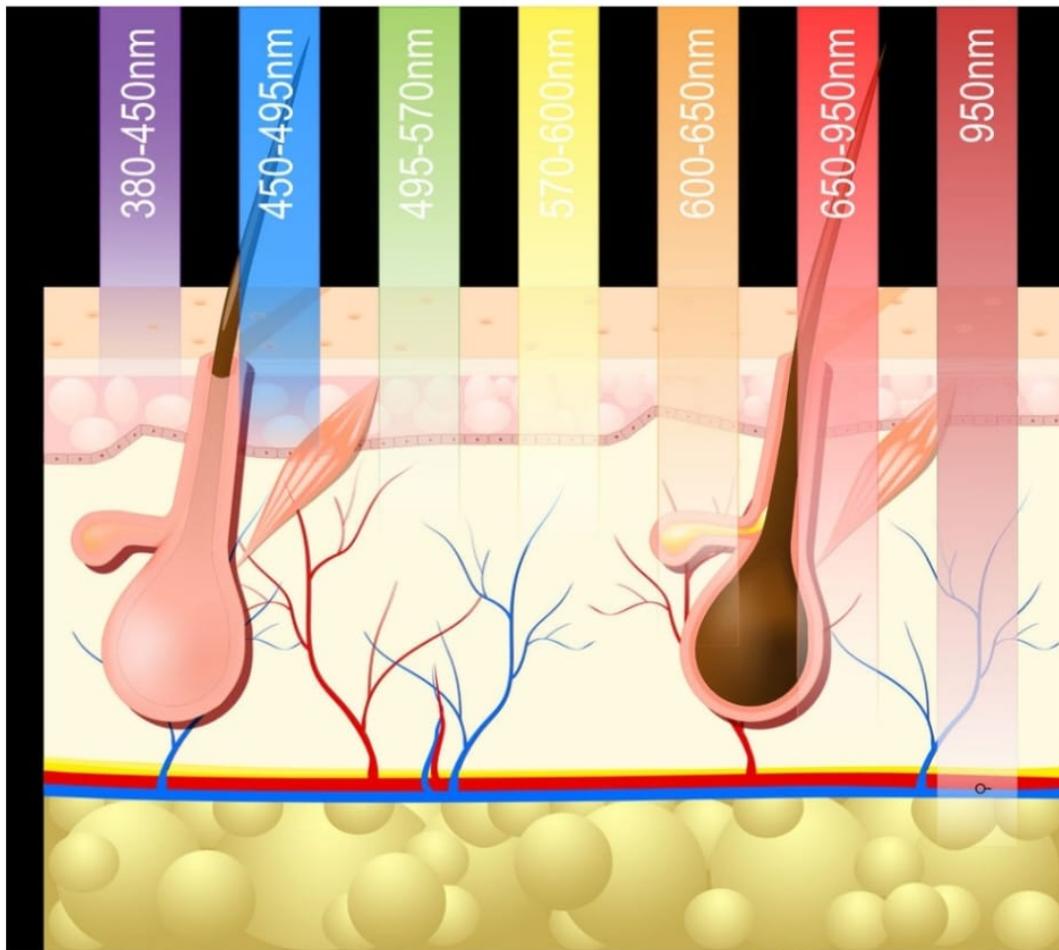


Figura 3: Esquema ilustrativo da interação da luz laser com o tecido biológico.

É importante ressaltar que essa absorção, reflexão e esse espalhamento são características ópticas intrínsecas de cada tecido, assim como a condutividade térmica (capacidade do tecido em conduzir calor) e a capacidade térmica (capacidade de reter o calor) que também serão determinadas pelas características térmicas intrínsecas do tecido. Assim, o resultado da interação do laser ou LED com o tecido dependerá dessas propriedades do tecido e não somente pelo tipo de laser e LED que serão usados.



Os cromóforos são componentes do tecido biológico que tem alta absorção por determinados comprimentos de onda ou faixa do espectro eletromagnético. Devido à complexidade dos tecidos com seus diferentes elementos celulares, fluidos teciduais e composição química, teremos diferentes cromóforos num mesmo tecido. Os cromóforos conhecidos são a água, a hidroxiapatita, as proteínas, a hemoglobina, a melanina e outros componentes que poderão exercer influência decisiva na interação laser/tecido biológico. Cada tipo de laser, com seu comprimento de onda específico, apresentará maior ou menor afinidade por esses cromóforos.



**Figura 2 - Efeitos da luz visível sobre a pele**

Fonte: Portilho (2019)

Os efeitos celulares específicos no reparo tecidual acontecem devido aos efeitos gerais da fotobiomodulação nas atividades inflamatórias e dor. Podemos considerar os seguintes efeitos: angiogênese, vasodilatação, aumento e/ou modulação da síntese de ATP intramitocondrial, aumento da permeabilidade de membrana, abertura dos canais de  $Ca^{++}$ , aumento da microcirculação local, aumento dos potenciais de ação das células, aumento da proliferação e diferenciação celular, síntese e remodelação do colágeno, diminuição das bradicininas e aumento da produção de beta endorfinas, eliminação das toxinas, modulação das ações redox e de PH (Bjordal et.al., 2006; Karu, 1999, Almeida-Lopes L et.al.,2001, de Araújo CE et.al., 2007, Karu T, et.al., 2001, Wong-Ripley MTT et.al., 2001, Pugliese et.al, 2003).

Temos relatos da literatura que a irradiação infravermelha consegue ativar a resposta imune, quando irradiada nas células dendríticas. E em relação à modulação da inflamação, tanto o infravermelho, quanto o vermelho tiveram resultados muito significativos. Deve-se ressaltar que doses baixas, em torno de 4 J/cm<sup>2</sup> têm melhores resultados na estimulação dos efeitos acima descritos, do que as doses altas na modulação celular (Tuner, Hode, 2010)

Quanto maior o ângulo de incidência do raio e a superfície maior será a reflexão e menor será a penetração ou absorção de energia no tecido. Por isso é importante aplicar o condutor sempre perpendicular ao tecido maximizando a absorção. (Lopes LA- Laserterapia na Odontologia pág 28;2004)

O conhecimento e o uso correto destas interações nos diferentes tecidos poderão promover os efeitos fotobiomodulatórios com os lasers de baixa potência ou LEDs e os efeitos fototérmicos com lasers de alta potência.

### **3.5 FOTOBIMODULAÇÃO**

Biomodulação é todo e qualquer procedimento terapêutico que promove o estímulo ou a inibição de atividades celulares.

Na atividade de fotobioestímulo da fotobiomodulação podemos acelerar uma resposta celular esperada para a regeneração de determinado tecido. Na fotobiomodulação também podemos ter o efeito de inibição de determinada resposta tecidual indesejada.

Nos últimos anos, a fototerapia por luzes coerentes(laseres) e não coerentes(LEDs) destacou-se como bioestimulador para reparo tecidual,ao aumentar a circulação local, a proliferação celular e a síntese de colágeno.( Oliveira;Augusto;Moreira, 2018).

A fototerapia que utiliza os lasers de baixa potência ou LEDs é baseada nos efeitos não térmicos, pois a energia dos fótons absorvidos pelas células não será transformada em calor, mas em efeitos fotoquímicos, fotofísicos e fotobiológicos.

Pode-se planejar uma modulação celular através de efeitos fotoquímicos da luz ao estimular ou inibir as atividades enzimáticas e reações químicas intracelulares,e induzir alterações nos processos fisiológicos celulares.

Uma ação fotoquímica moduladora por exemplo, pode ocorrer quando fotorreceptores primários presentes na cadeia respiratória no interior das mitocôndrias são ativados para aumentar a síntese de ATP.

Já uma modulação por ação fotofísica ou fotoelétrica da luz pode acontecer quando ela promove a ativação da bomba de sódio/potássio, levando a um equilíbrio iônico celular com a manutenção da polaridade da membrana celular para limitar a condução dos impulsos elétricos nas células nervosas e assim agir no limiar da condução da dor impedindo que os estímulos dolorosos alcancem o SNC. A radiação pode também promover efeitos

fotofísicos sobre a membrana celular, alterando a permeabilidade iônica celular, através da bomba de sódio/potássio e canais de cálcio, promovendo a modulação de processos celulares.

A magnitude do efeito fotobiomodulador depende do estado funcional e fisiológico da célula antes da irradiação.

Entre os efeitos fotobiomoduladores mediados pelo laser de baixa potência para o processo de \*crescimento celular\*, pode-se encontrar: A indução da atividade mitótica das células epiteliais e dos fibroblastos; o estímulo à produção de colágeno pelos fibroblastos; a inibição secretória de alguns mediadores químicos; a modificação da densidade capilar e o estímulo à microcirculação local.

A magnitude desses efeitos depende tanto do estado físico da célula quanto do limiar de quantidade da energia laser absorvida. Dessa forma, quando a dose ultrapassa esse limiar, o grau de atividade biológica celular também aumenta. Quando a dose aumenta demais, nenhum aumento na atividade celular pode ser observado, ou pode ser verificada ainda uma inibição da atividade.

Através desses mecanismos de ação da fotobiomodulação com os tecidos, na dor e inflamação, fica evidente o possível papel do laser nas intercorrências, sendo que a transferência adequada de energia do feixe de laser ou LED para o tecido somente ocorrerá quando o mesmo absorver grande parte dela.

### **3.6 INTERCORRÊNCIAS NA HOF E A FOTOTERAPIA**

Como efeitos adversos e intercorrências pós procedimentos na HOF citados na literatura temos:

Alterações vasculares: Hemorragias, edemas, isquemias ou necroses

Alterações de cor: Eritema persistente, equimose (hematoma), efeito Tyndall e hiperpigmentação pós- inflamatória.

Alterações de sensibilidade: Parestesias

Alterações motoras: Paralisias faciais

Alterações sistêmicas: infecção e inflamação

Cicatriz: Hipertrófica (fibroses) e atrófica

Irregularidades: Sobre correção, infiltração (celulite), formação de nódulos e Etips.

Dentre todos esses efeitos adversos e intercorrências os mais recorrentes felizmente são: Edema, eritema, hematomas, isquemias, dor, nódulos e efeito Tyndall no local da injeção. Somente quando alguns desses sinais ou sintomas passam do limite de metabolização com maior produção de radicais livres oriundos de um processo descontrolado, podemos ter outras intercorrências como as ptoses, paralisias e parestesias. Raramente teremos complicações ainda mais graves como nódulos de início tardio, oclusão vascular com necrose tecidual resultante, cegueira intravascular ( amauroses) e acidente vascular cerebral.

A Fototerapia é comumente indicada no tratamento de todas as intercorrências e efeitos adversos de alterações vasculares, alterações de cor, alterações sistêmicas, alterações motoras, alterações de sensibilidade, cicatriz e também para aquelas que configuram como irregularidades. Portanto poderá ser utilizada tanto em eventos adversos e intercorrências mais frequentes quanto para as mais raras. Tendo em vista as intercorrências e eventos adversos mais recorrentes podemos como exemplo destacar: o uso do Laser Nd-Yag no tratamento de eritemas persistentes, equimoses e hiperpigmentação pós inflamatória além das telangiectasias.

O tecido alvo da Terapia da Fotobiomodulação é preferencialmente aquele que se encontra alterado ou em estresse celular pois a radiação tem a capacidade de restabelecer a homeostase energética; assim, dentro das suas funções geneticamente programadas, cada célula irá gradativamente recuperar-se do estado lesionado. É descrito que, como consequência da Terapia da Fotobiomodulação, as células voltam a realizar normalmente suas funções como proliferação, diferenciação, secreção de proteínas, entre outras. Tanto funções celulares individuais quanto funções multicelulares são conseqüentemente restabelecidas, como a cicatrização de feridas, modulação da inflamação, redução do edema e ativação da resposta imunológica nos pacientes irradiados.

Os efeitos analgésicos mediados pela atuação dos lasers (vermelho e infravermelho) têm influência na condução do impulso nervoso. Sua ação acontece em nervos, neurônios, nociceptores, neurotransmissores, na velocidade da condução do impulso nervoso, bem como no potencial de ação. Diversos são os mecanismos que explicam o efeito analgésico alcançado pela fotobiomodulação, entre eles: O aumento nos níveis de endorfina; hiperpolarização das membranas nervosas pela diminuição da permeabilidade na membrana para Na/K; alteração no equilíbrio adrenalina-noradrenalina; aumento na produção de ATP, que promove o relaxamento muscular; aumento da microcirculação sanguínea local, que diminui a asfixia do tecido e elimina as toxinas e substâncias irritantes no tecido; a redução do edema; e por último a literatura também relata sua ação alterando as fibras amielínicas.

A utilização do laser na faixa do infravermelho vem se mostrando efetivo quando utilizado para a promoção da analgesia por desencadear um ou mais efeitos citados acima. A resposta apresentada pelos indivíduos após a fotobiomodulação, estará na dependência da interação da luz com os cromóforos no local irradiado, já que nesta área estarão presentes células, vasos sanguíneos e outros fatores que intermediam a ação da luz no tecido. O laser na faixa do vermelho também tem demonstrado resultados satisfatórios, mesmo que não apresente a mesma penetração nos tecidos como o infravermelho pois ele promove a analgesia ao atuar nos nociceptores das camadas mais superficiais do tecido.

Chow, David, Armati, 2007, Hawkins e Abrahamse, 2007 afirmaram que a terapia de Fotobiomodulação de laser de baixa potência mais eficaz para reduzir a dor, acontece por sua ação na produção de ATP pela mitocôndria e na permeabilidade de membrana, pois essa ação vai aumentar o metabolismo oxidativo e normalizar a função da célula, com um impacto direto na síntese de beta endorfinas e diminuição de bradicininas, reduzindo a dor. Mas para Karu, 1999, todos esses fatores juntos influenciam diretamente na redução do limiar de excitabilidade dos receptores dolorosos e na eliminação de substâncias algogênicas.

Em 2016, Sousa relatou que a fotobiomodulação inibe a troca dos sinais elétricos nos neurônios, reduzindo drasticamente a sensação dolorosa. Porém, sabe-se que a grande dificuldade é no consenso sobre a dosimetria. Doses muito altas inibem a resposta celular e doses baixas estimulam a resposta celular, principalmente através da aceleração do transporte de elétrons da cadeia respiratória na mitocôndria, modulando a reação álgica, diminuindo a sensação de dor (Karu, 1989; Meireles, 2012)

Sobre os efeitos moduladores da laserterapia em intercorrências relacionadas à inflamação obviamente estão relacionados aos inúmeros trabalhos na literatura sobre o uso do laser nos processos inflamatórios de forma geral. Atualmente existem inúmeros trabalhos que fundamentam seu complexo mecanismo de ação sobre os tecidos e eventos biológicos (Almeida-Lopes et al., 2001; Aimbire et al., 2006; Karu, 2008; Huang et al., 2009; Silveira et al., 2009).

A Fotobiomodulação age na modulação dos mediadores químicos das células inflamatórias, no aumento da síntese protéica e do cortisol (Serra, 2010; Meireles, 2012).

Ela é positiva nos processos iniciais da inflamação, por impactar diretamente o processo de restauração tecidual com a formação de novos vasos, induzir a diminuição da migração de células inflamatórias (leucócitos, neutrófilos), reduzir mediadores químicos (PGE2, histamina), citocinas (IL-1, IL-2, IL-6, IL-10, TNF $\alpha$ ), aumentar aporte de fatores de crescimento (FCF, bFGF, IGF-1, IGFBP 3), reduzir o edema e favorecer diretamente o aumento da microcirculação local e da drenagem linfática além dos efeitos antioxidantes Sua ação analgésica, por vezes é mais eficiente do que a obtida com terapia medicamentosa.

Os lasers no comprimento de onda infravermelho são mais utilizados nas condições inflamatórias, porém bons resultados também são apresentados pelo comprimento de onda vermelho.

Especificamente sobre a Drenagem Linfática Fotomodulada e redução de edema são inúmeros os trabalhos que as evidenciam sendo os primeiros trabalhos envolvendo esse tema publicados no final dos anos 1980 e começo dos anos 1990 (Lievens, 1986; Lievens, 1988; Lievens, 1990; Lievens, 1991). A laserterapia de baixa intensidade mostrou-se útil em quadros inflamatórios exatamente porque age como mediadora nesses processos, uma vez que ativava o fluxo linfático da região irradiada (Labajos, 1986).

Uma fotoestimulação para drenagem linfática orofacial portanto está bem indicada para casos onde haja a necessidade de controle inflamatório nos procedimentos pós-operatórios, com edema mas, também no um preparo dos tecidos em intervenções mais invasivas, em pacientes idosos e/ou acometidos por doenças que comprometam a resposta imunológica.

A ação da fototerapias em todas as etapas do reparo tecidual são portanto particularmente bem vindas na resolução e prevenção dos quadros de fibroses que, mesmo não sendo considerada como intercorrências são respostas cicatriciais totalmente indesejadas tanto pelo paciente quanto para o profissional que executa os procedimentos da HOF.

Atualmente encontramos na literatura também as formas de utilização da fototerapia associadas a fisioterapia para resolução ainda mais eficaz nas intercorrências relacionadas a paralisias faciais, parestesias e sequelas de acidentes vasculares cerebrais, entre outras disfunções. Essa associação é chamada de Fotocinestesia.

Uma outra associação da fotobiomodulação citada atualmente é sua aplicação junto aos bioestimuladores de ácido poli L láctico para otimizar as respostas metabólicas tanto para evitar as possíveis intercorrências de formação de nódulos quanto também aprimorar o efeito bioestimulador. Sendo que a recomendação do tipo de luz e de seus parâmetros obviamente é totalmente dependente do fototipo, juntamente com a presença ou não de manchas pigmentadas, para que a absorção da luz aconteça em suficiência no tecido que se quer alcançar.

Quando houver infecção presente em uma intercorrência, faz-se necessário optar pela terapia fotodinâmica ou a laser-cirurgia para curetagem e vaporização.

### **3.7 PROTOCOLOS:**

1 – Para o preparo do paciente : Indicada a desinflamação fotônica, de 7 a 14 dias antes dos procedimentos operatórios, usando a terapia ILIB (Laserterapia sistêmica sobre um vaso sanguíneo calibroso) transcutânea no pulso (TCP) ou transmucosa na região sublingual (TMSL), no comprimento de onda infravermelho 808nm, por um tempo de irradiação de 15 a 30 minutos, totalizando 90 a 180 J de energia total, com frequência de 2 a 3 vezes por semana.

2 – Nas irradiação imediatamente após os procedimentos operatórios (clínico ou cirúrgico), realizar irradiações com laserterapia infravermelha (808nm), para modular a resposta inflamatória imediata e a drenagem linfática fotônica sobre os linfonodos de 1 a 4 J por ponto e por linfonodo palpável.

Sempre que a irradiação for sobre a pele sempre observar o fototipo:

Fototipo 5 e 6 = 1 Joule; Fototipo 3 e 4 = 2 a 3 Joules; Fototipo 1 e 2 = 3 a 4 Joules

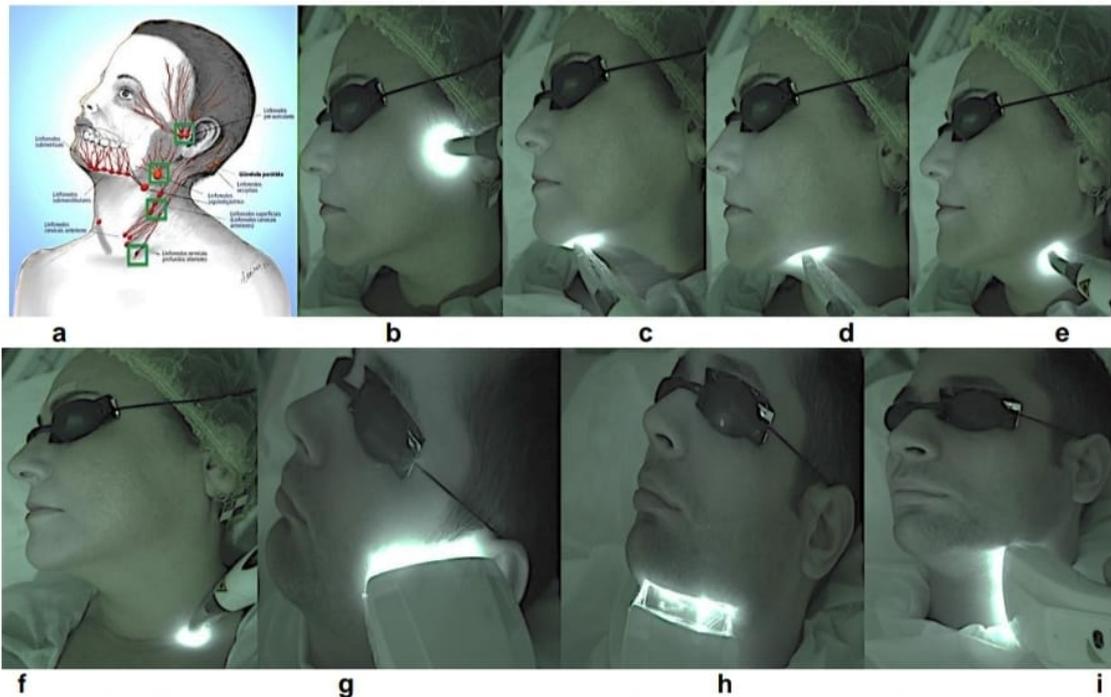
Pode se fazer em procedimentos como bichectomia, "lip lifting", fios faciais, preenchimentos, skinbooster, microagulhamento, iPRF e peelings químicos.

E também localmente, ou seja, na ferida cirúrgica ou local "operado" usar o laser vermelho (660nm) e/ou o LED âmbar (590+20 nm) para melhor resposta do metabolismo tissular.

3 – Na irradiação pós-operatória poderá ser realizada dentro dos primeiros 7 dias quando nas necessidades de estímulo neural ou ósseo. Para estímulo tissular e muscular, aguardar minimamente 5 dias após o procedimento cirúrgico e iniciar as sessões com frequência de 2 a 3 vezes por semana empregando a terapia ILIB 660nm TCP ou TMSL e a irradiação localmente com luz amarela (Laser Infravermelho + LED âmbar) com tempo de irradiação de 1 minuto, se for pontual ou de 5 minutos por terço facial, se for varredura-pontual.

4 - Para a ativação da drenagem linfática nos casos de edemas: Irradiação para drenagem sobre os linfonodos com Laser infravermelho 1 a 4J (ponta acrílica parada e em contato), dependendo do fototipo, em cada grupo de linfonodos

Fototipo 5 e 6 = 1 Joule; Fototipo 3 e 4 = 2 a 3 Joules; Fototipo 1 e 2 = 3 a 4 Joules  
Irradiação com 1 ou 3J de energia total, com Laser Vermelho (660nm) ou Infravermelho (808nm) pontuando a região edemaciada, com pontos equidistantes de 2,0cm.



**Figura 9** - Pontos e áreas que devem ser irradiadas como indicado nos retângulos verdes e pontos vermelhos (a); drenagem linfática fotônica, com laserterapia infravermelha puntual em caneta (Laser Duo, MMOptics, São Carlos, SP, Brasil) ou em “cluster” acrílico (Venus, MMOptics, São Carlos, SP, Brasil) sobre linfonodo pré-auricular (b, g), mental (c, h), submandibular (d, h), cervical (e, i), e supra-clavicular (f) (Com autorização da autora LIZARELLI, 2018).

5- Protocolo para paralisia facial periférica: a irradiação de laser infravermelho deverá ser em toda área afetada de acordo com o fototipo do paciente. Poderá iniciar com pontos de 1J a 6J no máximo, porém iniciando sempre com a menor dose de energia.

Fototipo 5 e 6 = 1 Joule; Fototipo 3 e 4 = 1 a 3 Joules; Fototipo 1 e 2 = 2 a 6 Joules. Quanto antes iniciar a terapia mais rápida será a resolução do caso e portanto a quantidade de sessões será variável. Aplicar toxina botulínica para relaxar a musculatura hemifacial não atingida pela paralisia.

6- Protocolo para a parestesia: se for recente deve-se fazer aplicações diárias na primeira semana ou no mínimo 2 vezes por semana. Sempre iniciar com a energia mais baixa e aumentar ao longo do tratamento dependendo da resposta clínica, a irradiação deverá ser em toda área do nervo de 1 a 8J por ponto com laser infravermelho. Fototipo 5 e 6 =1 Joule; Fototipo 3 e 4= 1 a 3 Joules;Fototipo 1 e 2= 2 a 8 Joules

Portanto o uso da Fotobiomodulação deve ser considerado para cada fase de controle dos efeitos adversos e/ou intercorrências, levando em conta o tipo de tecido a ser tratado (dérmico, muscular, ósseo, vascular), o fototipo de pele do paciente, as condições de saúde atuais e o grau de contaminação e extensão da lesão.

Além de treinamento na técnica, o tipo de laser e/ ou LED a ser utilizado e o profundo conhecimento de anatomia, as condições de saúde do paciente são fundamentais.

Casos clínicos a seguir demonstram a eficiência da fototerapia em intercorrências:



**a**

**b**

**Figura 5** - Paciente feminino, após 10 dias da aplicação da toxina botulínica em consultório dermatológico (a). Paciente após 4 sessões de FBM com com 4J por ponto 660nm e 808nm (Therapy EC, DMC, São Carlos), simultaneamente, dia sim dia não, na região do frontal correspondente ao maior arqueamento da sobancelha (b) (Caso tratado pela Dra Luciane Franco Kraul).



**a**

**b**

**Figura 6** - Paciente feminino com ptose palpebral (a); Paciente pós tratamento com FBM, 4 sessões, 2 vezes na semana, com com 4J por ponto 808nm e 660nm (Therapy EC, DMC, São Carlos), simultaneamente, na região do músculo elevador de pálpebra superior (b) (Caso tratado pela Dra Luciane Franco Kraul).



**a** **b**  
**Figura 8** - Paciente feminino com isquemia labial (a). Paciente pós tratamento com FBM, 2 sessões em dias consecutivos com com 3J por ponto 808nm e 660nm, simultaneamente (Therapy EC, DMC, São Carlos), na região da isquemia, juntamente com massagem imediata (b) (Caso tratado pela Dra Mariana Piazzentin e Dra Luciane Franco Kraul).



**a** **b**  
**Figura 10** - Paciente feminino com edema na região de pálpebras inferiores por aplicação de ácido sem reticulação (a). Paciente pós tratamento com FBM, 5 sessões em dias consecutivos com com 2J por ponto 808nm e 660nm, simultaneamente, (Therapy EC, DMC, São Carlos), puntuando a região do edema (b) (Caso tratado pela Dra Luciane Franco Kraul).

Figuras 5,6,8,9 e10 copiadas do livro: LASER NA ODONTOLOGIA-Conceitos e aplicações clínicas- ANDRÉA DIAS NEVES LAGO;2021

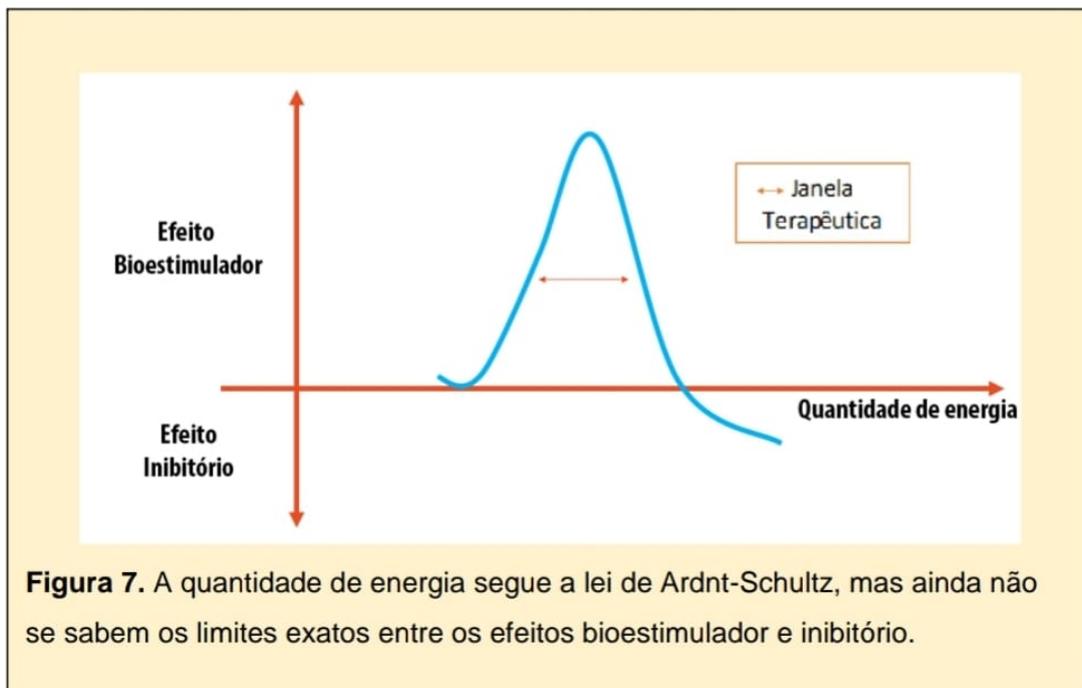
#### 4 DISCUSSÃO

Nos últimos anos, a fototerapia por luzes coerentes(laseres) e não coerentes(LEDs) destaca-se como bioestimuladora para reparo tecidual,ao aumentar a circulação local, a proliferação celular e a síntese de colágeno.( Oliveira;Augusto;Moreira, 2018).

Embora a inflamação seja um processo natural e essencial para a reparação do tecido, comumente a conduta terapêutica do profissional de saúde envolve fazer uso de substâncias anti-inflamatórias para auxiliar na diminuição de manifestações clínicas como edema, dor, perda de função, ou para evitar um atraso no processo de reparação frente à exacerbação do quadro. Porém, a utilização dos anti inflamatórios vem acompanhada de

ação sistêmica pouco específica e com efeitos adversos. No entanto, diversos pesquisadores já constataram a efetividade da Terapia de fotobiomodulação no manejo do quadro inflamatório sem efeitos prejudiciais ao organismo. Ela não produz efeitos colaterais em tecidos previamente saudáveis, diferentemente do que ocorre com a farmacologia convencional que não atua de modo específico na região lesionada, mas sim sobre diversos receptores espalhados pelo organismo.

Um dos maiores desafios da Fotobiomodulação é encontrar as faixas energéticas adequadas para cada aplicação clínica. Acredita-se que a fototerapia segue a lei de Arndt-Schultz, onde doses muito baixas não possuem efeito biológico e doses muito altas podem ter efeito inibitório ou negativo. Mas entre esses dois extremos há uma janela terapêutica, relacionada com o efeito bioestimulador da fotobiomodulação. Tanto o efeito bioestimulador, quanto o efeito inibitório, podem ser desejáveis, dependendo da finalidade: para reparo de feridas, por exemplo, o efeito desejável é mais bioestimulador, enquanto que, para analgesia, o efeito desejado é mais inibitório, pois o alívio de dor requer a inibição da atividade neural.



É importante ressaltar que a resposta celular à bioestimulação com laser de baixa potência é dependente da combinação entre comprimento de onda, densidade de energia, densidade de potência e tempo de irradiação. E que os avanços nos estudos utilizando cultura de células foram e continuam sendo importantes para determinar a melhor combinação desses parâmetros em diferentes tipos de células, utilizando diferentes comprimentos de onda de laser e doses. Esses estudos ajudarão os clínicos a escolher os parâmetros de laser mais adequados a serem aplicados e também potencialmente mais eficientes quando associados a outras técnicas.

(Lasers em Cirurgia e Medicina 31:263–267 (2002))

## 5 CONCLUSÃO

Cinquenta anos atrás não imaginávamos que a laserterapia e a ledterapia se tornariam essenciais na área da saúde. Os lasers e LEDs são instrumentos eficientes, seguros e de fácil manipulação, qualidades que conferem a eles grande destaque no universo da HOF. Por sua versatilidade, as Fototerapias podem ser usadas em protocolos tanto para preparo e modulação quanto para a solução de diversas intercorrências no dia a dia clínico.

Mesmo em procedimentos minimamente invasivos, a resposta inflamatória responsiva a injúria é esperada para que ocorra o reparo, mas durante este processo, a Fotobiomodulação feita por um profissional habilitado é capaz de modular as respostas celulares em relação à inflamação e com isto, os sinais cardinais de calor, rubor, dor, edema e perda de função serão mais rapidamente resolvidos e/ou controlados com um desfecho favorável para a adequada produção de colágeno e cicatrização.

A Fotobiomodulação é portanto o método utilizado pela fototerapia para promover o reparo tecidual inteligente através do aumento da circulação local, proliferação celular e síntese de colágeno, com uma cobertura anti-inflamatória sem efeitos colaterais pois serão estimulados pela ação dos LEDs e Lasers de baixa intensidade. Um reparo biológico conduzido de acordo com a resposta ideal para aquele tecido.

A ação dos Lasers e LEDs de baixa potência se apresenta como estratégia simples, barata, eficiente e de baixo risco associado, capaz de gerar grande impacto positivo tanto no gerenciamento da resposta inflamatória inerente ao tratamento quanto para administrar possíveis intercorrências que possam acontecer.

## 6 REFERÊNCIAS

ANDRADE, F.S.S.D.; CLARK, R.M.O.; FERREIRA, M.L. Efeitos da laserterapia de baixa potência na cicatrização de feridas cutâneas. Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões, Bahia, v.41, n.2, p. 129-133, 2014

ARAÚJO, A.P.S. Lasers na promoção do rejuvenescimento facial. Revista Saúde e Pesquisa, v.5, n.3, p. 533-545, set./dez. 2012.

BARRETO, B.S et al, Laserterapia e Paralisia Facial de Bell: Relato de Casos.

BELÉM, L.M.SILVA; L.D.A.; OLIVEIRA; D.W.D.; GONÇALVES, P.F.-Uso da laserterapia no tratamento de pacientes com paralisia de Bell: revisão crítica da literatura

BORGES, A.S; SANTOS, K.C; MOLZ, S. Fotobiomodulação: Mecanismo de Ação E Eficácia no rejuvenescimento Facial. Biociência, Biotecnologia e Saúde. número 24/maio-ago.2019

BAROLET, D. et al. Regulation of skin collagen metabolism in vitro using a pulsed 660 nm led light source: clinical correlation with a single-blinded study. The Journal of Investigative Dermatology, Canadá, v.129, n.12, p. 2751-2759, Dec. 2009

CHUKUKAS. et al, The Efficacy of Low-Power Lasers in Tissue Repair and Pain Control: A Meta-Analysis Study, Photomedicine and Laser Surgery, volume 22, number 4, 2004

E. C. de OLIVEIRA; G. P. V. FEITOSA; J. P. C. GOMES. A terapia com laser de baixa potência na Estética. URL: [www.italo.br/portal/cepep/revistaeletronica.html](http://www.italo.br/portal/cepep/revistaeletronica.html). São Paulo SP, v.8, n. 3, p. 27-42, jul/2018

FROES, P. Leds: a luz que rejuvenesce e cura. Negócio Estética, nov. 2013. Disponível em: <https://negocioestetica.com.br/leds-a-luz-que-rejuvenesce-e-cura/>. Acesso em: 05 nov. 2020

GARBIN, A.J.I. et al. Harmonização Orofacial e suas implicações na odontologia. Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research, v.27, n.2, p.116-122, jun./ago. 2019

LEE, S.Y.; YOU, C.E.; PARK, M.Y. Blue and red-light combination LED phototherapy for acne vulgaris in patients with skin phototype IV. Lasers in Surgery and Medicine, Korea, v.39, n.2, p. 180-188, Feb. 2007. doi: 10.1002/lsm.20412.2006.

KUPLICH, M.M.D., et al; Estudo Comparativo Entre as Técnica de Microcorrentes e Laserterapia de Baixa Intensidade no Tratamento das Telangiectasias Faciais - RIES, ISSN 2238-832X, Caçador, v.2, n.2, p. 79-92, 2013

LAGO, A.D.N. Laser na Odontologia- Conceitos e Aplicações Clínicas, cap.4,5,6 e 16, 2021. Editora EDUFMA

LINS, R.D.A.U. et al. Efeitos bioestimulantes do laser de baixa potência no processo de reparo. Anais Brasileiros de Dermatologia, v.85, n.6, p. 849-855, 2010.

LOPES, L.A. Laser na Odontologia, Clínica Odontológica Integrada- Revista BIO ODONTO, Publicações Científicas, volume 1-número 1, março/abril, pag 11 a 35, 52 a 81, 2004

LOPES, J.C1., PEREIRA, L.P2, BACELAR, I.A Laser de Baixa Potência na Estética Revisão de Literatura. Revista Saúde em Foco – Edição nº 10 – Ano: 2018

MANOEL, C.A.; PAOLILLO, F.R.; MENEZES, P.F.C. Conceitos fundamentais e práticos da fotoestética. São Carlos, SP: Editora Compacta, 2014. 141 p.

MELLO, J.B.; MELLO, G.P.S. Laser em odontologia. São Paulo: Ed. Santos, 2001.

PAULA, S. Comparação do laser e do LED no processo de cicatrização em feridas cutâneas: uma revisão. Ciência & Saúde, v.9, n.1, p. 55-61, jan./abr. 2016.

PEREIRA, et al . Efeito da irradiação a laser de baixa potência no crescimento celular e Síntese de Procolágeno de Fibroblastos Cultivados Lasers em Cirurgia e Medicina 31:263–267 (2002)

PUGLIESE, L.S. et al. The influence of low-level laser therapy on biomodulation of collagen and elastic fibers. Pesquisa Odontológica Brasileira, Salvador, v.17, n.4, p. 307-313, 2003. doi:10.1590/1517-74912003000400003.

RIBEIRO,R.S.,SILVA,D.F.T.; NUNEZ,S.C.; ZECELL, E, D.M.Laser em Baixa Intensidade- cap 66-2011

REIS,L.V. - O Papel da Harmonização Facial em Pacientes Sequelados por Paralisia Facial Periférica – Relato de CASO CLÍNICO- Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação. São Paulo, v.7.n.8. ago. 2021.

SARAIVA, T.A.,SOUZA,L.S.COSTA,K.F.;LEROY,P.L.A.;SOBRINHO,H.M.R A laserterapia no tratamento da acne vulgar REVISTA BRASILEIRA MILITAR DE CIÊNCIAS, V. 6, N. 15,pág 59- 2020

SILVA E SILVA, Marta Santana\* DUARTE, Marcelo Silva\*\*Aceleração do processo cicatricial com uso da eletroterapia

VINICIUS N.V. et al Laserterapia Associada ao Tratamento de Paralisia Facial de Bell. Caso Clínico. Volume 47,número 1,2006

WIKIMEDIA COMMONS. File: EM spectrum pt.svg. [S. I.]: Wikimedia Commons, 2010. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid= HYPERLINK](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=HYPERLINK) "https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10381688"10381688. Acesso em: 12 nov. 2021.

WIKIPÉDIA. Espectro visível. [S.I.]: Wikipédia. 2021. Disponível em: [https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Espectro\\_vis%C3%ADvel](https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Espectro_vis%C3%ADvel) HYPERLINK "https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Espectro\_vis%C3%ADvel"3 HYPERLINK "https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Espectro\_vis%C3%ADvel"%ADvel. Acesso em: 12 nov. 2021.

Manual de Terapia a Laser de Baixo Nível

[www.panstanford.com](http://www.panstanford.com)

Livro PSP - 9 pol. x 6 pol.

Editado por Michael R. Hamblin, Marcelo Victor Pires de Sousa e Tanupriya Agra

Daiane Thais Meneguzzo,a Leila Soares Ferreira, Eduardo Machado de Carvalho,c,d  
Cassia Fukuda Nakashima

Copyright © 2017 Pan Stanford Publishing Pte. Ltda.

46-Hamblin-c46

ISBN 978-981-4669-60-3 (capa dura), 978-981-4669-61-0 (e-book)

Fotomedicina e Cirurgia a Laser Volume 30, Número 10, 2012<sup>a</sup> Mary Ann Liebert, Inc.pág.  
579– 586 DOI: 10.1089/fo.2012.3228 Shih-Fong Huang, MD,1 Yun-An Tsai, MD,1 Shi-Bei  
Wu, Ph.D.,2 Yau-Huei Wei, Ph.D.,2,3 Po-Yi Tsai, MD,4 e Tien -Yow Chuang, MD4 Efeitos da  
irradiação de sangue intravascular a laser na disfunção mitocondrial e estresse oxidativo em  
adultos com lesão medular crônica

(Lasers em Cirurgia e Medicina 31:263–267 (2002))