

CENTRO UNIVERSITÁRIO DOUTOR LEÃO SAMPAIO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

SÂMIA LIBERATO DE SÁ

**APLICAÇÃO CLÍNICA DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA NA ODONTOLOGIA**

Juazeiro do Norte  
2020

SÂMIA LIBERATO DE SÁ

**APLICAÇÃO CLÍNICA DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA NA ODONTOLOGIA**

Projeto de trabalho de conclusão de curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2 do curso de Odontologia do Centro Universitário Doutor Leão Sampaio, como pré-requisito para aprovação na disciplina.

Orientadora: Prof. Me. Simone Scandiuzzi Francisco  
Coorientador(a): Prof. Me. Francisco Wellery Gomes Bezerra.

Juazeiro do Norte  
2020

**SÂMIA LIBERATO DE SÁ**

**APLICAÇÃO CLÍNICA DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA NA ODONTOLOGIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Odontologia do Centro Universitário Doutor Leão Sampaio, como pré-requisito para obtenção do grau de Bacharel.

Aprovado em 11/12/2020.

**BANCA EXAMINADORA**

---

**PROFESSOR (A) MESTRE (A)SIMONE SCANDIUZZI FRANCISCO**  
**ORIENTADOR (A)**

---

**PROFESSOR (A) MESTRE (A)Luciana Mara Peixoto Araujo**  
**MEMBRO EFETIVO**

---

**PROFESSOR (A) DOUTOR (A)Marayza Alves Clementino**  
**MEMBRO EFETIVO**

## DEDICATÓRIA

*Dedico este projeto primeiramente a Deus e segundo a todos os professores que me influenciaram na trajetória acadêmica, em especial a professora Simone Scandiuzzi Francisco que foi nossa orientadora e esteve sempre a nossa disposição durante o desenvolvimento desse trabalho, agradeço a sua dedicação e paciência conosco não só durante o desenvolvimento do trabalho, mas durante toda a nossa trajetória acadêmica, e ao professor Francisco Wellery Gomes Bezerra que juntamente com a nossa orientadora esteve presente para nos auxiliar e corrigir nossas falhas se preocupando com nosso aprendizado durante a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso.*

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço aos meus pais e familiares primeiramente pela dedicação de suas vidas a minha formação acadêmica, pela paciência e compreensão durante minha ausência enquanto me dedicava ao desenvolvimento deste trabalho, ao apoio, a força e motivação que me foi passada sempre respeitando meu espaço durante as pesquisas, o que foi fundamental para o desenvolvimento do projeto. Agradeço também ao apoio da médica Dra. Maria Dalva de Abreu Machado pelo incentivo e apoio ao nosso trabalho e por nos guiar dedicando seu tempo e compartilhando seu conhecimento conosco durante nossa jornada acadêmica.*

## RESUMO

O laser apresenta eficácia analgésica, cicatrizante, antiinflamatória e antimicrobiana, favorecendo a sua utilização em vários procedimentos odontológicos. A terapia fotodinâmica está baseada no uso de uma luz visível com comprimento de onda adequado de baixa intensidade podendo ser utilizado com o fotossensibilizador ou de maneira direta na superfície lesionada. Suas propriedades permitem aceleração da cicatrização, analgesia, melhora das respostas inflamatórias e propriedades antimicrobianas. O laser promove a aceleração da cicatrização de feridas, na dor aguda ou crônica demonstra resultados significativos e promove bioestimulação tecidual benéfico em casos de herpes, mucosite, aftas, candidíase, nevralgias entre outras, além de promover bem estar e diminuição da dor. Para os tratamentos periodontais e endodônticos, reduz a quantidade de bactérias existentes nas bolsas periodontais e canais radiculares, utilizado juntamente com o tratamento convencional e diminui o risco de recidiva da doença em casos onde o tratamento convencional sozinho não consegue descontaminar de maneira adequada. O objetivo do trabalho foi elucidar e discutir o uso da PDT em diversas áreas da odontologia, visando guiar o clínico durante a sua aplicação, com enfoque nos aspectos de analgesia, reparo e atividade antimicrobiana. O trabalho consiste em uma revisão de literatura narrativa produzida através de estudos teóricos científicos, como estratégia foi realizada uma busca bibliográfica utilizando as bases de dados eletrônicas Public Medline (Pubmed), Lilacs, Bireme e Scielo de 2010 a 2020. É importante o uso de métodos inovadores para auxiliar e melhorar os resultados obtidos nos procedimentos odontológicos. Conclui-se que o laser de baixa potência promove melhores resultados para condutas terapêuticas no consultório odontológico, reduz o uso de medicamentos por apresentarem alívio a sintomatologias dolorosas e permite um maior conforto do paciente, sendo assim seu uso como tratamento coadjuvante permite uma eficácia significativa aos procedimentos eletivos.

**Palavras-chaves:** Terapia fotodinâmica. Doença periodontal. Terapia a laser. Mucosite. Herpes.

## ABSTRACT

The laser has analgesic, healing, anti-inflammatory and antimicrobial efficacy, favoring its use in various dental procedures. Photodynamic therapy is based on the use of visible light with an appropriate low intensity wavelength and can be used with the photosensitizer or directly on the injured surface. Its properties allow acceleration of healing, analgesia, improvement of inflammatory responses and antimicrobial properties. The laser promotes the acceleration of wound healing, in acute or chronic pain it demonstrates significant results and promotes beneficial tissue biostimulation in cases of herpes, mucositis, thrush, candidiasis, neuralgia, among others, in addition to promoting well-being and pain reduction. For periodontal and endodontic treatments, reduces the amount of bacteria in periodontal pockets and root canals, used in conjunction with conventional treatment and decreases the risk of disease recurrence in cases where conventional treatment alone cannot adequately decontaminate. The objective of the work was to elucidate and discuss the use of PDT in several areas of dentistry, aiming to guide the clinician during its application, focusing on aspects of analgesia, repair and antimicrobial activity. The work consists of a review of narrative literature produced through scientific theoretical studies, as a strategy a bibliographic search was performed using the electronic databases Public Medline (Pubmed), Lilacs, Bireme and Scielo from 2010 to 2020. It is important to use innovative methods to assist and improve the results obtained in dental procedures. It is concluded that the low power laser promotes better results for therapeutic procedures in the dental office, reduces the use of medications because they provide relief to painful symptoms and allows greater comfort for the patient, so its use as an adjunct treatment allows a significant effectiveness to elective procedures.

**Keywords:** Photodynamic therapy. Periodontal disease. Laser therapy. Mucositis. Herpes.

## **LISTA DE TABELAS**

**Tabela 1-** Principais aspectos da TLBP na obtenção de efeitos analgésicos ..... 17

**Tabela 2-** Principais aspectos da TLBP na resposta inflamatória. .... 19

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Efeitos atribuídos a lasers de baixa potência.....	15
<b>Figura 2</b> – Mecanismo de ação da TFDa.....	20

## LISTA DE SIGLAS

<b>ATP</b>	Adenosina Trifosfato
<b>DTM</b>	Disfunção Temporomandibular
<b>Fs</b>	Fotossensibilizador
<b>HSV</b>	Virus da Herpes Simples
<b>PDT</b>	Photodynamic Therapy
<b>TFD</b>	Terapia Fotodinâmica
<b>TLBP</b>	Terapia a Laer de Baixa Potência
<b>UFC</b>	Unidade Formadora de Colonias

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 MATERIAIS E METODO.....</b>	<b>13</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA/DISCUSSÃO.....</b>	<b>14</b>
3.1. Princípios da fototerapia de baixa potência.....	14
3.2. Terapia de Laser de baixa potência na analgesia.....	15
3.3. Terapia de Laser de baixa potência na inflamação e reparação.....	17
3.4. Terapia de Laser de baixa potência sobre a atividade antimicrobiana.....	19
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>24</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>25</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A luz vem sendo utilizada com finalidades terapêuticas há muito tempo, e atualmente, a fototerapia monocromática (LASER e LED) tem sido empregada em diversos tratamentos na área da saúde. O Laser é um dispositivo composto por substâncias de origem sólida, líquida ou gasosa que produzem um feixe de luz, denominado de “raio laser”, quando excitadas por uma fonte de energia. A palavra Laser significa “amplificação da luz por emissão estimulada de radiação” sendo formada a partir das primeiras letras de Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (GARCEZ *et al.*, 2012).

A luz laser pode atuar de forma seletiva em diversos tecidos, promovendo benefícios a partir da absorção da sua energia pelo tecido. Na Odontologia, são aplicados em diversas áreas, e esse leque de possibilidades é viável uma vez que ele atua em diferentes comprimentos de onda, com diferentes características e comportamentos. Além disso, a laserterapia promove uma Odontologia minimamente invasiva, oferecendo um maior conforto, menor dor e resultados mais rápidos e satisfatórios aos pacientes (HAMBLIN e HASAN, 2004).

Os equipamentos de Lasers podem ser classificados em duas categorias: os lasers de alta e de baixa potência, sendo estes últimos são chamados terapêuticos, e são mais comuns no uso diário devido sua aplicação em procedimentos clínicos rotineiros além do menor custo. Suas aplicações mais comuns são em analgesia, reparação tecidual (biomodulação), redução de edemas, efeito anti-inflamatório, clareamento dental, diminuição da sensibilidade após preparo cavitário e da hipersensibilidade dentinária e diagnóstico da cárie (ASUTAY *et al.*, 2018). Já os Lasers de alta potência ou cirúrgicos são mais utilizados em intervenções maiores nas várias especialidades, pois possuem efeitos térmicos apresentando propriedades de corte, vaporização e hemostasia. Dentre os efeitos dos lasers de baixa potência observados pode-se citar : o aumento da microcirculação local, aumento da velocidade de cicatrização e vasodilatação, levando ao aumento do fluxo sanguíneo e drenagem linfática, acelerando o metabolismo celular, diminuição do edema e limiar da dor. Sendo assim são indicados nos casos de aftas, herpes labial, queilite angular, trismos, parestesia, hipersensibilidade dentinária, pós cirurgias, pós-intervenções endodônticas, ou seja, são indicados quando o tecido biológico apresenta um desequilíbrio nas suas funções fisiológicas (VAZZOLLER *et al.*, 2016; EDUARDO *et al.*, 2015).

Um outro efeito clínico não invasivo é a associação de uma fonte de luz com um agente fotossensibilizador, sendo nomeado de terapia fotodinâmica (PDT, do inglês, Photodynamic Therapy) aplicada como agente microbiano, causando danos irreversíveis aos microrganismos gerados pela oxidação de seus componentes celulares (ASUTAY *et al.*, 2018). O fotossensibilizador (Fs) é ativado por luz proveniente de um laser (de baixa potência) com comprimento de onda adequado, com o objetivo de atingir determinadas células-alvo, de modo a eliminá-las, podendo ser utilizada no tratamento do câncer ou contra micro-organismos, através da possibilidade de gerar espécies de oxigênio, por meio de uma reação químico-física, configurando compostos ativos citotóxicas as membranas celulares (HAMBLIN e HASAN, 2004, SOUKOS *et al.*, 2006). Estudos *in vivo* e *ex vivo* foram realizados para identificar os efeitos da PDT em patógenos (bactérias, fungos e vírus) e os resultados foram promissores com elevadas taxas de diminuição e até eliminação dos microrganismos, mostra-se como uma técnica promissora para o tratamento tanto da doença periodontal quanto endodôntica (GARCEZ *et al.*, 2010; AYUB *et al.*, 2015; CHAMBRONE *et al.*, 2018). Além das diversas aplicações podemos enumerar várias vantagens, dentre elas o custo, a ausência de efeitos colaterais e a impossibilidade de resistência adquirida por bactérias (EDUARDO *et al.*, 2015).

O objetivo desta revisão de literatura foi elucidar e discutir o uso do laser de baixa potência em diversas áreas da odontologia, visando guiar o clínico durante a sua aplicação, com enfoque nos aspectos de analgesia, reparo e atividade antimicrobiana.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1. DESCRIÇÃO DO ESTUDO**

Estudos *in vitro*, *in vivo* e clínicos relacionados à terapia fotodinâmica na Odontologia foram buscados nas bases LILACS, BIREME, SCIELO E PUBMED, no período de publicação entre 2000 a 2020. Foram utilizados para busca as seguintes palavras-chaves: a) em português- Fotoquimioterapia, Terapia fotodinâmica, Endodontia, Doença Periodontal, Analgesia, Reparo e Cicatrização, sendo associados os operadores booleanos OR e AND; b) em inglês- Photochemotherapy; Photodynamic therapy; Antimicrobial photodynamic therapy; Analgesia, Wound healing, Periodontal Diseases, sendo associados aos operadores booleanos OR e AND.

### **2.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO**

Os seguintes critérios de elegibilidade foram escolhidos: (1) artigos originais; (2) estudos randomizados clinical trials; (3) estudos que utilizaram laser de baixa potência, (4) lista de referência de estudos originais relevantes e revisões sistemáticas, e (8) artigos publicados apenas em português e inglês.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 PRINCÍPIOS DA FOTOTERAPIA DE BAIXA POTÊNCIA

A fundamentação dos efeitos do laser de baixa intensidade incide na irradiação de células com um comprimento de onda adequado, o qual pode levar à ativação de componentes celulares e promover reações químicas específicas, responsáveis por alterar o metabolismo celular através das reações de redução. É a luz gerando uma foto-resposta em cadeia (VAZZOLLER *et al.*, 2016).

A absorção da luz por um fotoabsorvedor em uma célula conduz a mudanças físicas ou químicas nas moléculas ali presentes, e conseqüentemente repostas biológicas positivas podem ser observadas. Esses fotoabsorvedores, chamados cromóforos ou fotorreceptores, consistem em um grupo de moléculas inter-relacionadas que podem ser enzimas, membranas celulares, ou quaisquer outras substâncias extracelulares que apresentem a capacidade de absorver luz num determinado comprimento de onda, mesmo não sendo especializadas para isso (NUNEZ E SEGUNDO, 2012).

Outro parâmetro importante a ser considerado na dinâmica do laser é o espectro eletromagnético, ou seja, os comprimentos de onda (ou cor da luz) que ela é aplicada, além de sua potência, intensidade, tempo e área de aplicação. Os mais empregados para realizar a laserterapia de baixa intensidade estão na faixa do vermelho (de 630 a 700nm) e infravermelho próximo (de 700 a 904nm). O laser vermelho tem por característica, menor penetração nos tecidos do que o infravermelho, além disso, o mecanismo de absorção pelo qual ele interage com o tecido biológico, está indicado para lesões superficiais, tais como reparos teciduais (cicatrização e drenagem local). Ao passo que o laser infravermelho, por ser mais penetrante e pelo fato de sua interação ser através de mudanças de polaridade nas biomembranas, está indicado para reparos neurais e ósseos, como também para promover a analgesia imediata e temporária, uma vez que atua alterando o potencial dessa membrana citoplasmática (NUNEZ E SEGUNDO, 2012).

A figura 1 resume a interação para efeitos biomodulatórios, da radiação dos lasers de baixa potência com os tecidos. A energia absorvida é utilizada para produzir efeitos fotoquímicos, fotofísicos e/ou fotobilógicos nas células e nos tecidos (RIBEIRO E ZECELL, 2004).

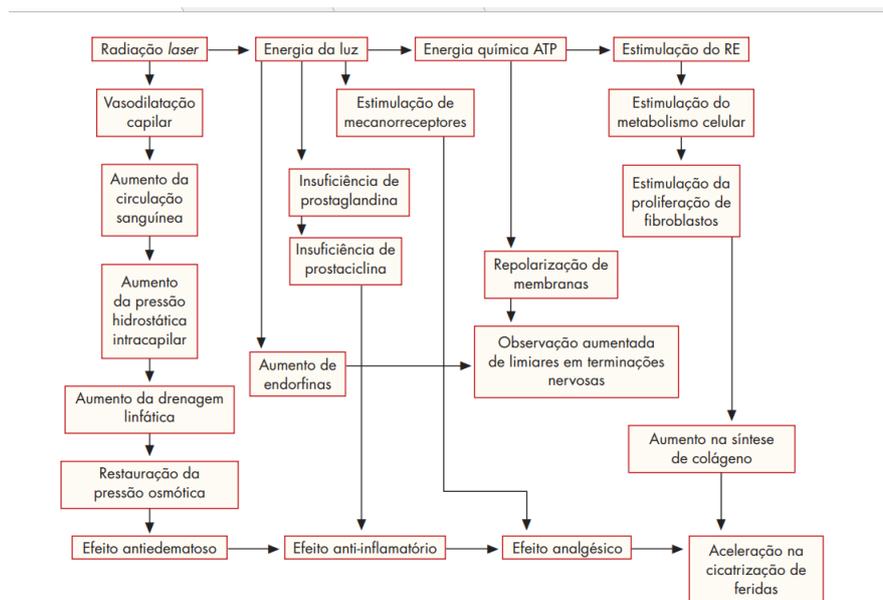


Figura 1- Efeitos atribuídos a lasers de baixa potência.

Fonte: (RIBEIRO E ZEZELL, 2004)

### 3.2- TERAPIA DE LASER DE BAIXA POTÊNCIA NA ANALGESIA

A laserterapia na aplicação clínica para pacientes com dor tanto aguda como crônica é um procedimento que produz boa eficiência nos dias atuais. Além de acelerar a cicatrização de feridas, em casos de dor apresenta um alívio significativo quando aplicado a terapia com laser de baixa potência, pois beneficia a suspensão e aceleração do reparo das lesões do quadro clínico (VAZZOLLER *et al.*, 2016).

O uso do laser de baixa potência pode anular a dor na primeira sessão, supõe-se que a aplicação cause a liberação de endorfina, promovendo bioestimulação tecidual e acelerando o processo de cicatrização. O laser quando irradiado promove modificações circulatórias locais, vasodilatação e aumento da permeabilidade vascular, ocasionadas pelo aumento dos mastócitos de granulação e maior quantidade de histamina. O estímulo da microcirculação promove melhora na drenagem do plasma sanguíneo e ativa a ação fibrinolítica permitindo a diminuição do edema. O laser possui propriedades terapêuticas que vêm sendo estudada ao longo do tempo, sua ação analgésica foi analisada em diversos patógenos causadores de dor crônica partindo dos receptores periféricos ao sistema nervoso central. A luz do laser quando irradiada no tecido reage com as células estimulando algumas funções como recrutamento de

linfócitos, mastócitos, estimulação mitocondrial aumentando a produção de ATP e proliferação celular (BARREIRO E AMARAL, 2019). Os resultados apresentados na literatura sugerem que não há um mecanismo único para a ação da TLBP na produção do efeito analgésico (NUNEZ, SEGUNDO, 2012).

Em revisão sistemática, Chow *et al.* (2011) avaliaram 101 artigos científicos sobre os efeitos do laser de baixa potência sobre nervos periféricos, avaliando sua relevância para os efeitos analgésicos e concluíram que existe uma ampla variedade de mecanismos de bloqueio da dor promovidos pela radiação laser tanto de emissão vermelha quanto infravermelha, podendo ser aplicada de diversas formas. Ainda que o comprimento de onda vermelho nos tecidos biológicos seja de menor penetração, ele também apresenta efetividade para a promoção da analgesia e, segundo os autores, provavelmente, quando a radiação vermelha é aplicada, ela atinge os nociceptores das camadas mais superficiais do tecido, sendo indicada para condições de dor como aftas, por exemplo, em que o estímulo doloroso é provocado por nociceptores de camadas superficiais da mucosa (CHOW *et al.*, 2011).

A literatura cita vários benefícios do tratamento do herpes simples com laserterapia, e um dos mais referidos é o encurtamento do ciclo da enfermidade, melhora na duração dos sinais e sintomas do vírus, e redução no período de sintomatologia assegurando a eficácia da terapia. É um tratamento sem efeitos colaterais, não agressivo, de simples execução e facilmente aceito por se tratar de minimizar o desconforto causado pelas lesões. Além disso, é um tratamento favorável, seguro e de grande potencial. O herpes labial é uma infecção viral causada pelo vírus do herpes simplex (HSV), com os subtipos HSV-1 e HSV-2, ambos afetam as regiões de pele e mucosa, sendo o HSV-1 mais comum na região orofacial. A infecção primária proporcionada pelo vírus herpes é denominada gengivo-estomatite herpética, são acompanhadas de sintomatologia inespecíficas como febre, mal-estar e desidratação e sua duração pode persistir até 12 dias. Essa condição tem como característica a formação de vesículas dolorosas que progridem para ulcerações. Em pacientes com a imunidade prejudicada reagem de maneira mais agressiva a lesões recorrentes, são mais dolorosas e de maior duração. O retrocesso completo das lesões herpéticas dura até 15 dias, o aciclovir minimiza os sintomas dolorosos, porém causa resistência do vírus e não impede recidiva. Compreende-se que a terapia fotodinâmica antimicrobiana apresenta vários benefícios como a redução da duração da lesão, e não causa resistência, porém não tem estudo comprovado além de relatos de caso (VAZZOLLER *et al.*, 2016; LOTUFO *et al.*, 2020; SELVA *et al.*, 2020).

<b>Comprimento de onda</b>	<b>Tanto a radiação vermelha quanta a infravermelha apresentam potencial de ação analgésico. O mais recomendado é o infravermelho, porém, para analgesia superficial, a emissão vermelha apresenta bons resultados</b>
<b>Energia</b>	As energias mais altas (acima de 10 J) são mais eficazes no controle da dor
<b>Potência e densidades de potência</b>	Não há evidências quanto às diferentes potências e densidades de potência. <i>Lasers</i> de 1 mW apresentam resultados positivos em analgesia
<b>Pontos de irradiação</b>	Vários pontos ao longo do caminho do nervo apresentam melhores resultados que a irradiação de ponto isolado sobre a área de interesse
<b>Condição dos tecidos</b>	Tecidos íntegros também podem responder à irradiação que se propõe utilizar para promover analgesia e efeito anti-inflamatório antes da geração de um trauma
<b>Tipo de dor</b>	Os efeitos da TLBP na analgesia são obtidos tanto nos casos de dores agudas como crônicas

Tabela 1- Principais aspectos da TLBP na obtenção de efeitos analgésicos

Fonte: (NUNEZ, 2012)

### 3.3. TERAPIA DE LASER DE BAIXA POTÊNCIA NA INFLAMAÇÃO E REPARAÇÃO

A inflamação pode ser caracterizada como uma resposta inespecífica do organismo como defesa contra agentes agressores, sendo assim a terapia de baixa potência tem ação nas respostas inflamatórias reduzindo o edema e a dor e acelerando a cicatrização. O efeito inicial promove vasodilatação, com isso, ocorre o aumento do fluxo sanguíneo e da drenagem linfática, acelera o metabolismo celular ativando neutrófilos e fibroblastos, alteram o limiar da dor e diminuem o edema. O efeito seguinte inclui união de prostaglandinas, imunoglobulinas e linfocinas, tais como endorfinas endógenas e encefalina no tecido que reduzem a inflamação, a resposta imune e a dor (ASUTAY *et al.*, 2018).

A laserterapia aumenta o metabolismo celular, sua ação é na atividade mitocondrial que quando estimulada tem ação antiinflamatória e analgésica, ocorre um aumento da produção de colágeno e elastina para a contração da ferida, aumento da fagocitose dos macrófagos, recrutamento dos linfócitos e aumento da força de tensão que acelera o processo de cicatrização. O uso da laserterapia vem sido cada vez mais utilizado na área odontológica por conta da sua série de benefícios como propriedades antiinflamatórias, analgésicas e

cicatrizadoras, com isso tem sido de grande relevância nos casos de mucosite oral (REOLON *et al.*, 2017).

Na literatura alguns estudos com laser de emissão vermelha e infravermelha demonstraram resultados positivos na reparação óssea, pois os osteoblastos quando estimulados pelo laser aumentam sua atividade resultando na proliferação celular. Isso ocorre porque o laser age como um estimulador das células mesenquimais indiferenciadas para diferenciarem-se em células osteogênicas, sugerindo assim a estimulação da matriz óssea. A utilização do laser de baixa potência no pós operatório cirúrgico de exodontias de terceiros molares visa a diminuição do uso de medicamentos e o bem-estar, sendo indicado como tratamento coadjuvante (SANTOS JUNIOR *et al.*, 2012; MILETO E AZAMBUJA, 2017).

A taxa de alterações bucais em pacientes oncológicos submetidos a tratamento é de 40% em crianças a taxa sobe para 90% em menores de 12 anos. Com isso, a utilização da terapia fotodinâmica para terapias odontológicas envolvendo cicatrização de lesões, bioestimulação tecidual e analgesia, mostra uma boa eficácia (BARREIRO E AMARAL, 2019).

Uma pesquisa feita por Reolon *et al.*, (2017) para avaliar a qualidade de vida de pacientes submetidos a tratamento oncológico que desenvolveram mucosite anteriormente ao tratamento com o laser de baixa potência. Foram entrevistados 18 pacientes de modo que os mesmos responderam a questionários de qualidade de vida antes e depois de se submeterem ao tratamento de mucosite com o uso do laser, antes do laser de baixa potência as principais queixas foram: dor, mastigação e ansiedade, também foram marcadas a fala, deglutição, salivação, humor, paladar e aparência. O laser foi aplicado em pontos estudados e mapeados das superfícies anatômicas dos lábios, glândulas salivares, mucosa jugal, palato e língua na duração de um minuto em cada região. Após o uso do laser observou-se uma significativa melhora da mastigação, deglutição, paladar e salivação tendo em vista que para o tratamento antineoplásico é imprescindível que a qualidade de vida seja uma prioridade. Os escores obtidos no estudo após o uso do laser tiveram resultados significativos para a maioria dos pontos, dor, aparência, deglutição, mastigação, fala, paladar e salivação, destacando-se a mastigação 270%, o paladar 190%, e a salivação 127%. Segundo esses autores, a laserterapia promoveu alívio de dores crônicas e agudas, diminuição de inflamações, analgesia imediata e temporária e propriedades antimicrobiana sendo eficaz para vários tratamentos entre eles herpes, mucosite, aftas, candidíase, nevralgias entre outras, além de promover bem estar e diminuição da dor. Em pacientes submetidos ao tratamento oncológico pode ser utilizado

como método preventivo para mucosite além de tratar os quadros já existentes, o que implica diretamente na qualidade de vida e na saúde psicossocial. Com isso, seria de grande relevância a utilização de laser de baixa potência para prevenção de mucosites em tratamentos antineoplásicos, pois é um tratamento de baixo custo e grande resultado e implicação na qualidade de vida desses pacientes.

A Tabela 2 aponta os principais pontos dos efeitos da Terapia Laser de Baixa Potência na resposta inflamatória. Pode-se observar que com todos os seus benefícios e principalmente pela ausência de efeitos colaterais, a laserterapia poderá se tornar o método não farmacológico de eleição em muitas situações clínicas (NUNEZ *et. al.*, 2012).

<b>Comprimento de onda</b>	<b>Tanto a radiação vermelha quanto a infravermelha apresentam efeito anti inflamatório</b>
<b>Energia</b>	Energias de 1 J a 10 J apresentam resultados positivos
<b>Potência e densidades de potência</b>	Não há muitas evidências quanto às diferentes densidades de potência
<b>Pontos de irradiação</b>	Diretamente sobre a área tratada Linfonodos conectados à região de tratamento
<b>Tipo de inflamação</b>	Os efeitos da TLBP são observados em inflamação aguda e crônica

Tabela 2- Principais aspectos da TLBP na resposta inflamatória.

Fonte: (NUNEZ, 2012)

#### 3.4. TERAPIA DE LASER DE BAIXA POTÊNCIA SOBRE A ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

Os princípios da terapia fotodinâmica envolvem o uso de uma luz visível que ativa um fotossensibilizador e absorve fótons da fonte de luz e os seus elétrons entram em estado animado, em conjunto com um substrato o fotossensibilizador transfere sua energia ao substrato liberando assim oxigênios de vida curta, como o oxigênio singlete altamente reativo que causam danos irreversíveis aos microrganismos gerados pela oxidação de seus componentes celulares ( OLIVERA *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2018).

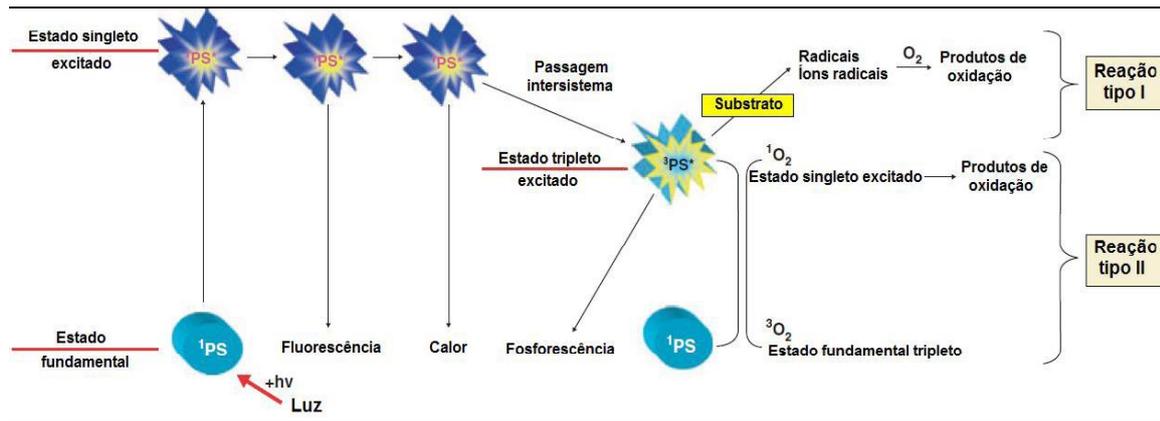


Figura 2 – Mecanismo de ação da TFDa - Mecanismo de ação Fotossensibilizador (Fs) após irradiação com luz no comprimento de onda adequado sofre transição para estado singlete e tripleto. Ele reage com espécies reativas de oxigênio endógeno para formar espécies altamente reativas causando a morte celular.

Fonte – (SOUKOS E GOODSON, 2011)

Essa ação da TFD ocorre quando a luz (laser de baixa potência) com comprimento de onda ( $\lambda$ ) adequado induz uma reação fotoquímica na presença do Fs com perda de energia na presença de oxigênio, e a partir disto, o seu estado fundamental absorve um fóton de energia passando ao estado excitado singlete. Neste processo, ele poderá perder energia por decaimento eletrônico (fluorescência) ou processo físico (calor) retornando ao seu estado fundamental; ou ainda poderá sofrer uma reorganização eletrônica, passando para o estado tripleto excitado, menos energético, porém mais estável (HAMBLIN e HASAN, 2004; CASTANO *et al.*, 2005). Durante o estado tripleto excitado, a energia poderá estar perdida por decaimento energético (fosforescência) regressando ao seu estado fundamental; ou ele poderá transferir sua energia excitacional para outras moléculas do meio por dois mecanismos: Tipo I e II (Figura 2). Na reação tipo I, o Fs reage diretamente com um substrato do meio, em que os ânions são removidos do Fs e transferidos para o oxigênio e outras moléculas, produzindo espécies citotóxicas (espécies reativas de oxigênio), tais como peróxidos ( $\text{ROO}^-$ ), superóxido ( $\text{O}_2^-$ ), hidroxila ( $\text{OH}$ ), que promovem a destruição da membrana ou de macromoléculas (CASTANO *et al.*, 2004; 2005). Na reação tipo II, o Fs reage especificamente com o oxigênio molecular, em que há transferência de energia para o oxigênio, tornando-o eletronicamente excitado e extremamente reativo, formando basicamente oxigênio singlete, sendo a principal reação citotóxica da TFDa (Figura 1) (SOUKOS e GOODSON, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2019).

O laser de baixa potência associado com fotossensibilizadores foram usados, para ativar agentes fotossensibilizadores tópicos, ou seja, terapia fotodinâmica antimicrobiana, com intuito de diminuir ou aniquilar as bactérias patogênicas (CHAMBRONE *et al.*, 2018).

O tratamento endodôntico convencional tem como objetivo principal a eliminação de bactérias patogênicas presentes nos canais radiculares, porém, há casos de insucesso quando as bactérias localizadas em regiões anatômicas complexas como canais acessórios e secundários não conseguem ser alcançadas, conseqüentemente essas falhas geram a necessidade de novos métodos para auxiliar a eliminação desses microrganismos, afirma Garcez *et al.*, (2010).

A periodontite é definida como uma doença bacteriana onde os microrganismos se instalam nos tecidos de suporte e proteção dos dentes ocasionando perda de conexão e destruição óssea alveolar. Segundo Ayub *et al.*, (2015) quando as bactérias instaladas no fundo da bolsa periodontal não conseguem ser removidas pelo tratamento mecânico convencional, pode-se lançar mão de métodos adjuvantes como o laser de baixa potência.

A eficiência do uso do TFD como coadjuvante nos tratamentos cirúrgicos e não cirúrgicos de pessoas com periodontite ou periimplantite mostra uma importância clínica relevante na efetividade dos resultados nestes tratamentos. Levando em consideração os tratamentos convencionais de raspagem e alisamento mecânica da raiz, quando há associação com a TFD, em pacientes com diagnóstico de periodontite crônica (moderada ou grave) e periodontite agressiva ou periimplantite, os resultados mostram que o tratamento convencional/ raspagem mecânica e alisamento das raízes associado com TFD promovem estatisticamente a curto prazo importantes melhorias em relação ao nível de inserção clínica e a doença periodontal. Desta forma, um dos benefícios desta técnica é que não obtém efeitos adversos, onde conseqüentemente afirma a segurança do uso do TFD para tais procedimentos. (CHAMBRONE *et al.*, 2018).

Em modelos experimentais de periodontite em animais, o uso coadjuvante da TFD associada a raspagem e alisamento radicular demonstraram benefícios adicionais em comparação ao tratamento mecânico somente, sendo observados uma menor perda óssea na região de furca (GARCIA *et al.*, 2013, GARCIA *et al.*, 2014)

Outra área importante em que a aplicação da TFD tem tido destaque é a endodontia. A desinfecção intra-radicular é o objetivo principal do tratamento endodôntico, apesar que a preparação convencional químico mecânica tem demonstrado resultados satisfatórios, ainda é

recomentado a utilização de meios alternativos para auxiliar a desinfecção de bactérias que não foram removidas totalmente (SOARES *et al.*, 2016).

A terapia fotodinâmica demonstrou uma diminuição significativa no número de bactérias presentes nos canais radiculares, sendo utilizada de forma auxiliar ao tratamento endodôntico convencional. Através da indução por luz associada ao agente fotossensibilizante ocorre o efeito antimicrobiano nas células bacterianas, pois quando o fotossensibilizador é submetido a uma luz de baixa energia e comprimento de onda adequados, produz espécies reativas de oxigênio citotóxicas as bactérias e seus componentes como, paredes celulares, proteínas de membrana e ácidos nucleicos, causando a morte celular. Estudos *in vivo* e *ex vivo* foram realizados para identificar os efeitos da TFDa em patógenos endodônticos e os resultados foram promissores, com elevadas taxas de diminuição e até eliminação dos microrganismos (BORSATTO *et al.*, 2016).

Muitos estudos demonstraram resultados promissores utilizando TFDa contra bactérias orais, porém recentemente verificou-se que o efeito da TFDa sozinha na verdade parece ser inferior a muitos dos métodos mais estabelecidos, como o uso de hipoclorito de sódio na desinfecção do canal radicular, conseqüentemente, está recomendado seu uso como uma manobra associada ao tratamento convencional, e somado a isto uma das vantagens importantes do laser é a segurança e capacidade de penetração e desinfecção da micro anatomia radicular (SOUKOS *et al.*, 2011; BERGMANS *et al.*, 2008).

Atualmente estudos *ex vivo* e *in vivo* evidenciaram um alto potencial antimicrobiano da TFD na desinfecção do sistema de canais radiculares, especialmente contra *E. faecalis* (GARCEZ *et al.*, 2007; BERGMANS *et al.*, 2008; GARCEZ *et al.*, 2008; GARCEZ *et al.*, 2010; GARCEZ *et al.*, 2015). A TFD atua melhor nas bactérias Gram + (positivas) quando comparadas as Gram – (negativas) devido a característica de sua membrana, além disso os microrganismos organizados em biofilmes são também menos susceptíveis ao procedimento fotodinâmico em comparação com a fase planctônica, onde as bactérias ainda não estão organizadas e estão aderidas de forma aleatória na superfície (GARCEZ *et al.*, 2012). Vários fatores podem influenciar nos resultados da TFD, como a intensidade da luz emitida, tempo de exposição, tipo e concentração do fotossensibilizador, tempo de pré-irradiação, dentre outras variáveis, portanto é importante que seja seguido os parâmetros corretos (OLIVERA *et al.*, 2015).

Além disso, Garcez *et al.*, (2010) avaliou o uso da terapia fotodinâmica como adjuvante na terapia endodôntica em canais contaminados com bactérias resistentes a terapias antibióticas anteriormente feitas. Ao analisar as amostras após a terapia endodôntica convencional houve uma redução expressiva de carga infecciosa para 0,8%, onde 10 dentes tratados endonticamente obteve 100% de sua carga bacteriana eliminada. No entanto logo após o uso da TFD a carga não foi mais encontrada em qualquer das amostras. Dessa forma, a combinação da técnica endodôntica juntamente com uso da TFD mostra-se eficaz na eliminação de espécies bacterianas resistentes aos antibióticos, além disto, estudos demonstraram que há segurança no uso do TFD para combater microrganismos próximos a células normais sem agredir o hospedeiro.

GARCEZ *et al.*, (2015) avaliaram in vivo a eficácia a longo prazo da TFDa associada a cirurgia pararendodôntica convencional na redução bacteriana e os efeitos no reparo ósseo em casos com grandes lesões periapicais. Em cada estágio do tratamento (inicial, pós cirurgia endodôntica e pós a TFDa), as UFC foram contadas, além disso, uma radiografia periapical, com suporte de posicionamento individual, foi realizada antes, após o tratamento e após 36 meses para avaliar a diminuição da área das lesões periapicais. Os autores sugeriram que o uso de TFDa como um adjuvante à cirurgia pararendodôntica convencional leva a uma redução significativa da carga bacteriana e é ainda mais eficaz do que somente o tratamento cirúrgico. Desta forma a TFD pode ser uma promissora terapia adjuvante ao tratamento endodôntico convencional, colaborando para melhorar a descontaminação do sistema de canais radiculares.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Foi observado através dessa revisão de literatura que o laser de baixa potência quando irradiado provoca no tecido uma reação química que age no metabolismo celular, o estudo de sua aplicação promoveu resultados positivos para diversas áreas da odontologia e elucidou seus efeitos positivos na reparação, analgesia, e atividade antimicrobiana. Sua aplicação anula a dor na primeira sessão e sua estimulação celular acelera o processo de cicatrização, muito eficaz para procedimentos cirúrgico e reparação tecidual em casos de herpes e mucosite, a ação antiinflamatória promove uma diminuição dos sintomas de dor e edema, o que permite um maior conforto durante o processo inflamatório, a ação antibacteriana permite uma limpeza maior nos canais radiculares durante o tratamento endodôntico e na desinfecção das bolsas periodontais. Sendo assim, concluiu-se que o laser de baixa potência promove melhores resultados para condutas terapêuticas no consultório odontológico, reduz o uso de medicamentos por apresentarem alívio a sintomatologias dolorosas e permite um maior conforto do paciente, sendo assim seu uso como tratamento coadjuvante permite uma eficácia significativa aos procedimentos eletivos.

## REFERÊNCIAS

ASUTAY, F.; OZCAN-KUCUK, A.; ALAN, H.; KOPARAL, M. Three-Dimensional Evaluation of the Effect of Low-Level Laser Therapy on Facial Swelling after Lower Third Molar Surgery: A Randomized, Placebo-Controlled Study: Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Faculty of Dentistry, Afyon Kocatepe University. **Níger J Clin Pract.** V. 23, n.7.p. 9-21. Nigeria. 2018.

AYUB, L. G.; NOVAES JÚNIOR, A.B.; GRISI, M. F. M.; SOUZA, S. L. S.; PALIOTO, D. B.; TABA JÚNIOR, M. Auxiliary chemical therapies in the treatment of aggressive periodontitis: current aspects: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia, Departamento de Cirurgia e Traumatologia Buco Maxilo Facial e Periodontia. , **Rev Gaúch Odontol.** Porto Alegre. Vol. 63, n.2, p. 195-202. Ribeirão Preto - SP. 2015.

BARREIRO, J. A.; AMARAL, L. D. Oral Care of Pediatric Cancer Patients and the Use of Laser Therapy in the Treatment of Mucosites: School of Health and Medicine, School of Dentistry, Catholic University of Brasilia (UCB). **Rev. Bras. Odontol.** 2019;76:e1438. Brasília 2019.

BERGMANS, L. ; MOISIADIS, P. ; HUYBRECHTS, B. ; VAN MEERBEEK, B. ; QUIRYNEN, M. ; LAMBRECHTS, P. Effect of photo-activated disinfection on endodontic pathogens ex vivo. **Int Endod J**, v. 41, n. 3, p. 227-39. Mar. Bélgica. 2008.

BORSATTO, M. C.; CORREIA-AFONSO, A. M.; LUCISANO, M. P.; SILVA, R. A. B.; PAULA-SILVA, F. W. G.; NELSON-FILHO, P.; SILVA, L. A. B. One-session root canal treatment with antimicrobial photodynamic therapy (aPDT): an in vivo study. **International endodontic journal**, v. 49, n. 6, p. 511-518. São Paulo-SP. 2016.

CASTANO, A. P.; DEMIDOVA, T. N.; HAMBLIN, M. R. Mechanisms in photodynamic therapy: part one-photosensitizers, photochemistry and cellular localization. **Photodiagnosis Photodyn Ther**, v. 1, n. 4, p. 279-93, Dec. Rio de Janeiro. Elsevier.2004.

CASTANO, A. P.; DEMIDOVA, T. N.; HAMBLIN, M. R.. Mechanisms in photodynamic therapy: part two-cellular signaling, cell metabolism and modes of cell death. **Photodiagnosis Photodyn Ther**, v. 2, n. 1, p. 1-23, Mar. Rio de Janeiro. Elsevier. 2005.

CHAMBRONE, L.; WANG, H.; ROMANOS, G. E. Antimicrobial photodynamic therapy for the treatment periodontitis and peri-implantitis: Na American Academy of Periodontology best evidence review. Universidade Ibirapuera (Unib). **Journal of Periodontology**. v.89, n.7, p. 783-80.3 Ibirapuera-SP. 2018.

CHOW, R. ; ARMATI, P. ; LAAKSO, E.L. ; BJORDAL, J.M. BAXTER, G.D. Inhibitory effects of laser irradiation on peripheral mammalian nerves and relevance to analgesic effects: a systematic review. **Photomed Laser Surg Jun** v: 29, n. 6, p. 365-381. Camperdown- NSW. 2011.

EDUARDO, C. D. P., BELLO-SILVA, M. S., RAMALHO, K. M., LEE, E. M. R., & ARANHA, A. C. C. A terapia fotodinâmica como benefício complementar na clínica odontológica. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**, v. 69, n. 3, p. 226-235. São Paulo. 2015.

GARCEZ, A. S. ; ANRANTES-NETO, J. G. ; SELLERA, D. P. ; FRENANI, E. R. Effects of antimicrobial photodynamic therapy and surgical endodontic treatment on the bacterial load reduction and periapical lesion healing. Three years follow up. **Photodiagnosis Photodyn Ther**, v. 12, n. 4, p. 575-80, Dec. Campinas-SP. 2015.

GARCEZ, A. S. ; NUNEZ, S. C. ; HAMBLUM, M. R. ;SUZUKI, H. ; RIBEIRO, M. S. Photodynamic therapy associated with conventional endodontic treatment in patients with antibiotic-resistant microflora: a preliminary report. **J Endod**, v. 36, n. 9, p. 1463-6, Sep. São Paulo. 2010.

GARCEZ, A. S. ; NUNEZ, S.C. ; HAMBLIN, M. R. ; RIBEIRO, M. S. Antimicrobial effects of photodynamic therapy on patients with necrotic pulps and periapical lesion. **J Endod**, v. 34, n. 2, p. 138-42, Feb. São Paulo. 2008.

GAECEZ, A. S. ; RIBEIRO, M. S. ; TEGOS, G. P. ; NENEZ, S. C. ; JORGE, A. O. C ; HAMBLIN, M. R. Antimicrobial photodynamic therapy combined with conventional endodontic treatment to eliminate root canal biofilm infection. **Lasers Surg Med**, v. 39, n. 1, p. 59-66, Jan, São Paulo. 2007.

GARCEZ, A. S; RIBEIRO, M. S. ; NÚÑEZ, S. C. **Laser de baixa potência: princípios básicos e aplicações clínicas na odontologia**. Rio de Janeiro: Ed. Elsevier, 2012.

GARCIA, V. G., GUALBERTO JÚNIOR, E. C., FERNANDES, L. A., BOSCO, A. F., HITOMI NAGATA, M. J., CASATTI, C. A., THEODORO, L. H. Adjunctive antimicrobial photodynamic treatment of experimentally induced periodontitis in rats with ovariectomy. **Journal of Periodontology**, v. 84, n. 4, p. 556-565. [S.I]. 2013.

GARCIA, V. G. ; LONGO, M. ; GUALBERTO JÚNIOR, E. C. ; BOSCO, A. F. ; NAGATA, M. J. H. ; ERVOLINO, E. ; THEODORO, L. H. Effect of the concentration of phenothiazine photosensitizers in antimicrobial photodynamic therapy on bone loss and the immune inflammatory response of induced periodontitis in rats. **Journal of Periodontal Research**, v. 49, n. 5, p. 584-594. [S.I]. 2014.

HAMBLIN, M. R.; HASAN, T. Photodynamic therapy: a new antimicrobial approach to infectious disease? **Photochem Photobiol Sci**, v. 3, n. 5, p. 436-50, May. Boston. 2004.

LOTUFO, M. A.; HORLIANA, A. C. R. T.; SANTANA, T. QUEIROZ, A. C.; GOMES, A.O.; MOTTA, L. J., FERRARI, R. A. M.; FERNANDES, K. P. S.; BUSSADORI, S.K. Eficácia da terapia fotodinâmica no tratamento do herpes labial: uma revisão sistemática: Universidade Nove de Julho UNINOVE. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy** 2020, 29, 101536. São Paulo-SP. 2020.

MELETO, T. N.; AZAMBUJ, F. G. Low-intensity laser efficacy in postoperative extraction of third molars. Universidade do Extremo Sul Catarinense, Faculdade de

Odontologia. **Rev Gaúch Odontol**, v.65, n.1, p. 13-19, jan./mar. Porto Alegre- RS, Brasil. 2017.

NUNEZ, S.C.; RIBEIRO, M. S.; SEGUNDO, A.S.G. A. **Laser de baixa potência: princípios básicos e aplicações clínicas na odontologia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

OLIVEIRA, A.B.; FERRISSE, T.M.; MARQUES, R.S.; ANNUNZIO, S.R.; BRIGHENTI, F.L.; FONTANA, C.R. Effect of Photodynamic Therapy on Microorganisms Responsible for Dental Caries: A Systematic Review and Meta-Analysis: Universidade Estadual de Paulo (UNESP). **Int. J. Mol. Sci.** 2019, 20, 3585. São Paulo. 2019.

OLIVEIRA, B.P. ; AGUIAR, C.M.C ; AMARA A.C. ; ALBUQUERQUE, M.M. ; CORREIA, A.C.R.B. ; SOARES, M.F.L.R. The efficacy of photodynamic therapy and sodium hypochlorite in root canal disinfection by a single-file instrumentation technique: a Department of Prosthetics and Oral and Facial Surgery, Faculty of Dentistry, Federal University of Pernambuco. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**. Page 1 of 28. Recife- PE 2015.

RIBEIRO, M. S. ; SILVA, D F.T. ; NUNEZ, C.S. ; ZECELL, D.M. **Laser de baixa intensidade**. A Odontologia e o laser. São Paulo: Quintessense, 2004.

REOLON, L. Z.; RIGO, L.; CONTO, F.; CÉ, L. C. Impacto da laserterapia na qualidade de vida de pacientes oncológicos portadores de mucosite oral: IMED – Faculdade Meridional. **Rev Odontol UNESP**. 2017 Jan-Feb; 46(1): 19-27. Passo Fundo- RS, Brasil 2017.

SANTOS JUNIOR, P.V.; COSTA, G. P.; LEITE, D. S.; ROSSONI, R. D.; JORGE, A. O. C.; JUNQUEIRA, J. C. Efeitos clínicos e radiográficos do laser em baixa intensidade após a extrassao de terceiros molares inclusos. UNESP – Univ Estadual Paulista. **Rev Odontol UNESP**. 2012 May-june; 41(3): 192-197. São José dos Campos- SP, Brasil. 2012.

SELVA, A. ; NEGREIROS, R. M. ; BEZERRA, D. T. ; ROSA, E. P. ; PAVESI, V. C. S ; NAVARRO, R. S ; BELLO-SILVA, M. S. ; RAMALHO, K. M. ; ARANHA, A. C. C. ; BRAZ-SILVA, P. H. ; FERNANDES, K. P. S. ; BUSSADORI, S. K. ; HORLIANA, A. C. R T. Treatment of herpes labialis by photodynamic therapy: study protocol clinical trial: Universidade Nove de Julho, UNINOVE. **Rev. Medicine**, v. 99, ed. 12, p. 19500. São Paulo- SP. 2020.

SILVA, A. C. P. ; FEITOSA, C. F. ; TESSAROB, A. L. ; CAETANO, W. ; SANTIN, S. M. O. ; HIOKAA, N. ; PILOTO, G. F. **Atividade Fotodinâmica e Conceitos: Um Experimento Demonstrativo**: Departamento de Química, Universidade Estadual de Maringá, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. *Quim. Nova*. Vol. 41, 706-712. Maringá – PR. 2018.

SOARES, A. ; CÉSAR, C. A. S. ; CARVALHO, M. A. R. ; SOUSA, G. R. ; SOARES, B. M. ; FARIAS, L. M. **Monitoring the effectiveness of photodynamic therapy with periodic renewal of the photosensitizer on intracanal Enterococcus faecalis biofilms**: Department of Dentistry, Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*. Diamantina-MG. 2016.

SOUKOS, N. S. ; CHEN, P. S. ; MORRIS, J. T. ; FONTANA, C. R. ; STASHENKO, P. P. Photodynamic Therapy for Endodontic Disinfection. Laboratório de fotomedicina molecular aplicada. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 10, p. 979-984. Boston-massachusetts. 2006.

SOUKOS, N. S.; GOODSON, J. M. Photodynamic therapy in the control of oral biofilms. Dental Institute, University College London. **Periodontol 2000**, v. 55, n. 1, p. 143-66. London-UK. 2011

VAZZOLLER, R.M.F.; FERNANDES, R.D.; SENA, R.M.M.; SENNA, A.M. Tratamento do Herpes Simples Por Meio da Laserterapia: ITPAC Porto Nacional. **Rev. Científica do ITPAC**. V.9, n.1, Pub.7, Fevereiro. Araguaina- TO. 2016.