

**CENTRO UNIVERSITÁRIO FAMINAS**

**JOÃO PEDRO FERREIRA BARBOZA**

**PANORAMA ATUAL SOBRE O USO DE LASER DE BAIXA  
POTÊNCIA NA ODONTOLOGIA**

**MONOGRAFIA**

**MURIAÉ**

**2024**

**JOÃO PEDRO FERREIRA BARBOZA**

**PANORAMA ATUAL SOBRE O USO DE LASER DE BAIXA  
POTÊNCIA NA ODONTOLOGIA**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Odontologia, do Centro Universitário FAMINAS.

Orientadora: Profa. Ana Júlia Milani.

**MURIAÉ**

**2024**

B239p

Barboza, João Pedro Ferreira

Panorama atual sobre o uso de laser de baixa potência na odontologia. / João Pedro Ferreira Barboza. – Muriaé: FAMINAS, 2024.

85p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) Centro Universitário FAMINAS, Muriaé, 2024

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Ma. Ana Júlia Milani

1. Terapia com luz de baixa intensidade. 2. Odontologia. 3. Laserterapia. 4. Terapêutica. 5. Resultado do tratamento. 6. Usos terapêuticos. I. Barboza, João Pedro Ferreira. II. Título.

CDD: 617.607

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**JOÃO PEDRO FERREIRA BARBOZA**

### **PANORAMA ATUAL SOBRE O USO DE LASER DE BAIXA POTÊNCIA NA ODONTOLOGIA**

Monografia apresentada como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel em Odontologia, do  
Centro Universitário FAMINAS.

#### **COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Profa. Ma. Ana Júlia Milani – Orientadora

---

Profa. Ma. Lorena Aparecida Nery Araújo  
Centro Universitário Faminas

---

Profa. Ma. Juliana Carolina de Oliveira e Silva  
Centro Universitário Faminas

**NOTA: -----**

Muriaé, 07 de junho de 2024

A Deus, por sua bondade.  
A minha avó por toda confiança e amparo.  
A minha mãe, pelo amor incondicional.  
Ao meu pai (in memoriam) ao meu avô (in  
memoriam) por tamanho amor.  
A minha orientadora por todo trabalho  
realizado em conjunto.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por sua misericórdia e amparo durante toda a minha vida, principalmente durante os momentos que me fizeram chegar até esta conquista.

A minha avó por todo investimento, confiança, amor e esforço para a conclusão do meu curso.

A minha mãe por todo incentivo, palavras de conforto, pelos momentos de encorajamento e amor incondicional comigo em todos os momentos da minha vida.

Ao Arthur, por todo apoio, conselhos, dicas e ajuda para que este trabalho pudesse ser elaborado e concluído, por ser perseverante e paciente.

Ao meu avô materno (in memoriam) que sempre foi fonte de amor, que sempre confiou em mim e sempre sonhou com minha formação. Ao meu pai (in memoriam) que tão precocemente foi tirado de mim, não tive o privilégio de compartilhar a vida ao lado dele, mas que também sonhava com este momento.

A minha orientadora e amiga Dr<sup>a</sup> Ana Júlia Milani por ter confiado no meu potencial, ter aceitado o convite, por ter compartilhado seu vasto conhecimento comigo durante toda essa trajetória de curso e, principalmente, nessa fase de trabalho de conclusão de curso, sem ela não teria sido possível chegar até aqui.

Quero agradecer as amigas que conquistei na graduação, Mariana, Luiza e Victória, por todo apoio, incentivo, motivação e companheirismo durante todo esse processo, elas tornaram o caminho mais leve e mais feliz. Em especial, quero agradecer a minha dupla acadêmica, Danielle, por toda paciência, pela parceria ao longo desses anos, pelos risos largos, pelas palavras de apoio e incentivo que marcaram essa trajetória, sem ela tudo não teria sido tão bom e prazeroso como foi!

Agradeço a todos os professores que estiveram presentes no meu caminho durante a graduação compartilhando ensinamentos e regando o meu amor pela odontologia, levarei muito de vocês comigo por onde eu for.

“Consagre ao Senhor tudo o que você faz,  
e os seus planos serão bem-sucedidos”

Provérbios 16:3

## RESUMO

FERREIRA BARBOZA, João Pedro. **Panorama atual sobre o uso de laser de baixa potência na odontologia.** 2024. 85 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado Odontologia Centro Universitário FAMINAS.

O laser de baixa potência vem ganhando espaço no cenário da odontologia atual. Assim, o presente estudo objetivou-se avaliar a eficácia da laserterapia de baixa potência e relatar através de uma revisão de literatura um panorama atual do uso do laser de baixa potência na odontologia na prática clínica do dia a dia nos procedimentos odontológicos, apontando sua relevância, aplicabilidade, vantagens e desvantagens e seu uso futuro em usos potenciais da odontologia. Para atingir os objetivos propostos, foi realizada uma revisão de literatura através de uma extensa pesquisa de artigos científicos em diversas plataformas de investigação científica. Foi realizado uma busca minuciosa para o desenvolvimento textual, discussão e resultados. Trata-se de um tema extremamente importante que envolve a funcionalidade e uso do laser de baixa potência, suas vantagens e aplicações. Ao final da pesquisa, conclui-se que o método é extremamente eficaz, seguro e de baixo custo.

**Palavras-chave:** Terapia com Luz de Baixa Intensidade. Odontologia. Laserterapia. Terapêutica. Resultado do Tratamento. Usos Terapêuticos.

## ABSTRACT

FERREIRA BARBOZA, João Pedro. **Current overview of the use of low-power lasers in dentistry**. 2024. 85 sheets. Bachelor of Dentistry Course Completion Work Centro Universitário FAMINAS.

Low-power lasers have been gaining ground in today's dentistry scene. Thus, the objective is to present the study of the effectiveness of low-power laser therapy and report, through a literature review, a current overview of the use of low-power lasers in dentistry in day-to-day clinical practice in dental procedures, pointing out its relevance, applicability, advantages and its future use in potential uses of dentistry. To achieve the proposed objectives, a literature review was carried out through an extensive search of scientific articles on various scientific research platforms. A thorough search was carried out for textual development, discussion and results. The study deals with important topics on the subject, such as the functionality and use of low-power lasers, their advantages and applications. At the end of the research, it was concluded that the method is extremely effective, safe and low cost.

**Keywords:** Low-Level Light Therapy. Dentistry. Laser Therapy. Therapeutics. Treatment Outcome. Therapeutic Uses.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para biomodulação/remodelação óssea em região de maxila.....	26
Figura 2 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para disfunção temporomandibular na região do processo condilar.....	34
Figura 3- Pontos de aplicação do laser de baixa potência para disfunção temporomandibular. Em amarelo na região do músculo temporal; azul na região do processo condilar; verde na região do músculo esternocleidomastóideo; vermelho na região de ponto-gatilho para dor. ....	34
Figura 4- Pontos de aplicação do laser de baixa potência para herpes labial como forma de prevenção em região perioral e lábios superior e inferior.....	37
Figura 5 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para herpes labial na fase prodromica na região acometida (na foto, região de lábio superior esquerdo). ....	38
Figura 6 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para herpes labial na fase de vesícula. ....	39
Figura 7 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para herpes labial na fase de crosta (na foto, em região perioral superior esquerda).....	39
Figura 8 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para hipersensibilidade dentinária na região cervical do dente incisivo central superior (11) e cervical do incisivo lateral superior (12) e região do fundo de sulco. ....	42
Figura 9 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para prevenção da mucosite oral na região de mucosa jugal; lábio; borda lateral da língua; ventre da língua; soalho da boca; palato mole; orofaringe. ....	44
Figura 10 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para prevenção da mucosite oral na fase de reparo, (A) em região de lábio e ápice lingual; (B) lesão sem aplicação do laser de baixa potência. ....	45
Figura 11 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para reparação cirúrgica na região da incisão. ....	47
Figura 12 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para reparação cirúrgica na região da tábua óssea. ....	47
Figura 13 --Pontos de aplicação do laser de baixa potência para controle da gengivite em região gengival superior. ....	51
Figura 14- Pontos de aplicação do laser de baixa potência para afta ou úlcera traumática, pontos de irradiação ao redor da afta. ....	62
Figura 15- Pontos de aplicação do laser de baixa potência para alveolite ao redor da região afetada. ....	63
Figura 16 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para parestesia ou paralisia facial na região mandibular. ....	63
Figura 17 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para parestesia ou paralisia facial com pontos intraorais na região do triângulo retromolar; mucosa jugal; mucosa labial; no trajeto do nervo alveolar inferior pelo rebordo vestibular e lingual, e pontos extraorais na região do trajeto do nervo alveolar inferior e mentoniano. ....	64
Figura 18 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para parestesia lingual com pontos de irradiação no dorso, ventre e lateral da língua. ....	65

Figura 19 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para pericoronarite na região afetada. ....	66
Figura 20 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para queilite angular na região de comissura labial direta e esquerda. ....	66
Figura 21 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para sensibilidade pós-clareamento dental na vestibular dos dentes afetados. ....	67
Figura 22 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para disfunção temporomandibular. Em amarelo na região do músculo temporal; azul na região do processo condilar; verde na região do músculo esternocleidomastóideo; vermelho na região de ponto-gatilho para dor. ....	67
Figura 23 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para xerostomia com aplicação sobre as glândulas salivares na região de soalho bucal. ....	68
Figura 24 - Características de cada comprimento de onda dos lasers de baixa potência .....	69

## LISTA DE SIGLAS

LIP	Luz Infravermelha Próxima
CECP	Carcinoma Espinocelular de Cabeça e Pescoço
CECO	Carcinoma Espinocelular Oral
HOF	Harmonização Orofacial
TLB	Terapia com Laser de Baixa Intensidade
TLA	Terapia com Laser de Alta Intensidade
VAS	Escala Visual Analógica
ATP	Trifosfato de Adenosina
TFD	Terapia Fotodinâmica
LCNC	Lesões Cervicais Não Cariotas
HDC	Hipersensibilidade Dentinária Cervical

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
1.1 OBJETIVOS .....	15
1.1.1 Objetivo Gerais.....	15
1.1.2 Objetivos Específicos .....	15
<b>2 METODOLOGIA</b> .....	<b>17</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>18</b>
3.1 HISTÓRICO .....	18
3.2 COMPREENDENDO O QUE É O LASER .....	19
3.3 FUNCIONALIDADE DO LASER.....	20
3.4 USO DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA NA ODONTOLOGIA.....	20
3.5 VANTAGENS.....	21
3.6 PRESCRIÇÃO DA TERAPIA DE FOTOBIMODULAÇÃO .....	23
3.7 APLICABILIDADE DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA EM CADA ESPECIALIDADE EM ODONTOLOGIA .....	23
3.7.1 Bioestimulação Óssea na Implantodontia e Ortodontia.....	23
3.7.2 Protocolo de Biomodulação/remodelação Óssea na Ortodontia .....	25
3.8 COMPLICAÇÕES NA HOF .....	26
3.9 COMPLICAÇÕES ORAIS CRÔNICAS DA RADIOTERAPIA DE CABEÇA E PESCOÇO .....	29
3.10 DISFUNÇÕES TEMPOROMANDIBULARES.....	31
3.12 HERPES SIMPLES LABIAL RECORRENTE .....	35
3.13 HERPES ZOSTER .....	39
3.14 HIPERSENSIBILIDADE DENTINÁRIA/HIPOMINERALIZAÇÃO MOLAR- INCISIVO (HMI).....	40
3.15 MUCOSITE ORAL.....	42
3.16 PÓS-OPERATÓRIO CIRÚRGICO/REPARO/DIMINUIÇÃO DO EDEMA .....	45
3.17 PÓS-PREPARO CAVITÁRIO/PROTÉTICO.....	48
3.18 PERIODONTITE .....	49
3.19 CONTROLE DO BIOFILME .....	51
3.20 AINES X FOTOBIMODULAÇÃO .....	53
3.21 GENGIVECTOMIA .....	54
3.22 ENDODONTIA .....	56
3.22.1 Capeamento Pulpar Direto .....	56

3.22.2 Dor Pós-operatória Após Tratamento Endodôntico .....	57
3.22.3 Clareamento Dental.....	59
3.22.4 Sensibilidade Pós-operatória em Restaurações.....	59
3.22.5 Eficiência da Anestesia por Fotobiomodulação na Preparação Cavitária.....	60
3.23 MECANISMO DE AÇÃO (DIFERENÇA DO VERMELHO PRO INFRAVERMELHO).....	68
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>73</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>79</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>80</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A laserterapia vem ganhando espaço no cenário da odontologia atual. Se trata de um recurso que reflete no sucesso da rotina clínica. Apresenta uma metodologia simples, com baixo custo e pode ser integrada como meio complementar e associada ou não com tratamentos convencionais cirúrgicos e não cirúrgicos, auxiliando no resultado dos procedimentos clínicos (KARU,1989).

As propriedades terapêuticas do laser começaram a ser investigadas após a formulação da teoria da emissão estimulada por Einstein em 1917. Esta teoria foi inicialmente proposta em 1957 por dois cientistas americanos, Charles Townes e Arthur Achawlow, e se concretizou em 1960 com a criação do primeiro laser de rubi por Theodore Maiman (HENRIQUES, 2010).

A Odontologia, embora tenha adotado a tecnologia do laser em um momento posterior, inicialmente utilizada apenas em especialidades médicas cirúrgicas, começou a demonstrar interesse terapêutico por volta de 1965. Nesse ano, Sinclair e Knoll adaptaram à radiação laser para uso terapêutico, e logo em seguida, em 1965, o laser foi aplicado pela primeira vez na Odontologia por Stern e Sognnaes. A eficácia terapêutica do laser despertou magnitude, especialmente após estudos publicados em 1968 por Taylor, Skear e Roeber, que observaram os efeitos do laser de cristal de rubi na mucosa oral (SULEWSKI, 2000).

Assim, os especialistas afirmam que o laser possui um vasto potencial de aplicação em todas as áreas odontológicas. Esta tecnologia tem se mostrado atrativa por diversos motivos, especialmente porque os pacientes procuram por profissionais que adotem abordagens menos invasivas (KARU,1989).

Nesse contexto, os benefícios terapêuticos incluem propriedades anti-inflamatórias, analgésicas e promotoras da reparação tecidual. Um crescente interesse na terapia tem sido observado na comunidade científica, graças aos numerosos resultados positivos obtidos (BRUGNERA, 2004)

Dentro das aplicabilidades do laser, pode-se citar a terapia fotodinâmica (TFD) que é um tratamento não térmico e não ionizante de luz vermelha e infravermelha próxima (SOURVANOS *et al.* 2024). A luz do raio laser é um tipo particular de radiação eletromagnética, que apresenta propriedades bem específicas se diferenciando da luz

emitida por fontes convencionais incandescentes, o que torna seu uso viável em múltiplas aplicações médicas (HENRIQUES, 2010).

Os lasers terapêuticos de baixa potência são empregados para acelerar a reparação de tecidos duros e moles, graças aos seus efeitos biomoduladores sobre células e tecidos. Eles podem ativar ou inibir processos fisiológicos, bioquímicos e metabólicos por meio de efeitos fotofísicos ou fotoquímicos. Tais efeitos resultam em benefícios terapêuticos como diferenciação celular, aumento da regeneração tecidual, revascularização, diminuição do edema, regeneração celular ampliada, e melhor circulação e permeabilidade vascular (KARU, 1989).

É importante destacar que, assim como toda nova tecnologia, os avanços nos equipamentos e as descobertas clínicas e laboratoriais requerem uma constante atualização por parte dos profissionais da saúde que empregam a tecnologia a laser (HENRIQUES, 2010). Portanto, sabendo da relevância a aplicabilidades do uso do laser de baixa potência na odontologia, o presente trabalho objetivou-se apresentar o panorama atual desse recurso terapêutico através de uma busca detalhada na literatura.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Gerais

Relatar através de uma revisão de literatura um panorama atual do uso do laser de baixa potência na odontologia na prática clínica do dia a dia nos procedimentos odontológicos, indicando sua relevância, aplicabilidades, vantagens e desvantagens e potencial uso para o futuro na odontologia.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar os resultados encontrados na literatura quanto aos conhecimentos sobre o laser de baixa potência;
- Elucidar os benefícios de sua utilização em procedimentos odontológicos e sua integração nos tratamentos convencionais cirúrgicos e não cirúrgicos;

- Pontuar as áreas da odontologia em que o laser de baixa potência pode ser utilizado;
- Fornecer uma visão abrangente e atualizada sobre o uso do laser de baixa potência na prática odontológica.

## 2 METODOLOGIA

Para atingir o objetivo proposto, uma revisão de literatura foi conduzida através de uma ampla busca de artigos científicos. A busca foi realizada através das bases de dados PubMed/MEDLINE, Scielo e Biblioteca Virtual da Saúde, englobando os descritores: “low-level light therapy”, “dentistry”, “therapeutics”, “laser therapy treatment outcome”, “therapeutics uses”, sendo usado também, os operadores booleanos “E” (AND) e “OU” (OR).

Estes termos foram escolhidos do vocabulário trilingue e estruturado DeCs - Descritores em Ciências da Saúde, baseado no MeSH - Medical Subject Headings da National Library of Medicine, visando facilitar o uso de linguagem padronizada em pesquisas. Esse sistema oferece uma abordagem uniforme e única para a localização e organização de informações, sem depender do idioma. Os termos escolhidos mostraram-se eficazes em um teste preliminar.

Estudos sem restrição de idioma foram selecionados dentro do tema proposto mediante a avaliação de títulos, resumos de relevância para o presente trabalho. Foram considerados apenas os artigos publicados nos últimos 5 anos.

Nos artigos em que os títulos e os resumos não foram claros e elucidativos, o artigo foi lido e acessado por um todo, para não descartar estudos da revisão de literatura que poderiam acrescentar informações acerca do tema.

Após a realização das buscas foram excluídos artigos duplicados e que não possuíam acessos na íntegra. A partir de leitura, seguindo os critérios específicos que se adequam ao tema, os estudos que não apresentaram relação com o objetivo escolhido foram descartados.

Uma busca manual e leitura de referências clássicas sobre o assunto foi feita para enriquecer o conteúdo teórico do presente trabalho. Assim, todos os materiais coletados, foram utilizados de maneira precisa para o desenvolvimento textual, discussão e resultados.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 HISTÓRICO

No ano de 1905, Albert Einstein presumiu que a luz é formada através da presença dela em pacotes de energia, sendo chamadas de “quanta” de luz nesse período e após maiores descobertas e conhecimentos, passou a ser chamada de fótons. Ele ainda conseguiu provar, em 1917, que através da emissão provocada de luz em determinado espaço, poderia resultar em grande quantidade dela, de forma a atingir o que se tornou conhecido como luz laser. Assim, promoveu fundamentos teóricos que foi indispensável para a criação do que hoje se conhece da tecnologia laser (ARANHA, 2021).

Apenas na década de 1950 que Charles H. Townes e A. L. Schawlow, físicos americanos, apresentaram o que as máquinas poderiam gerar através do espaço criado para emissão da luz e como seriam esses dispositivos. Receberam o nome de “Maser”, e, gradualmente foram expondo o que eram capazes de fazer, sua aplicabilidade e assim, ultrapassando as tecnologias desse período, como os amplificadores de rádio, e ainda, sendo capaz de proporcionar comunicações astronômicas (ARANHA, 2021).

Eles ainda realizaram muitos estudos e pesquisas, mas somente em 1960 que um americano chamado Theodore H. Maiman, construiu o primeiro aparelho de laser. Por isso, ele é chamado por muitos de “o pai dos lasers”, utilizou um cristal de rubi, que apresentava pouca tendência à dispersão para produzir luz vermelha. Em 1968 teve publicação de trabalhos realizados com animais que estabeleceram os efeitos de laser através do cristal de rubi sob a mucosa oral e terapêutica com resultados efetivos em tecidos vivos (ARANHA, 2021; SULEWSKI, 2000).

O agora denominado laser, produzia luz em altas temperaturas, desse modo, foi relacionado a aventuras de ficção científica daquele período, e devido a isso, atingiu uma grande repercussão pública. Grande parte desses conhecimentos da época, se deu a Albert Einstein que transformou toda compreensão e entendimento sobre luz (ARANHA, 2021).

Apesar de tardiamente ter demonstrado interesse, a odontologia começou o uso do laser como forma terapêutica, sendo que antes, apenas era aplicado em procedimentos cirúrgicos dentro de especialidades médicas cirúrgicas. Apenas em 1965, que Sinclair e Knoll, fizeram uma mudança e adaptaram à radiação que o laser apresenta para utilização terapêutica, e assim, Stern e Sognaes realizaram o primeiro atendimento na odontologia com o laser (ARANHA, 2021; SULEWSKI, 2000).

Em relação aos procedimentos odontológicos, se conhecia insuficientemente sobre as recomendações e indicações do uso dessa tecnologia no início. Mas ultimamente, tem tido um aumento significativo quanto ao emprego e aplicabilidades no uso do laser nas diversas especialidades da odontologia (SPERR, 2004).

Há pouco tempo tem crescido junto a utilização do laser de baixa potência, a relevância de pesquisar mais a respeito dessa tecnologia, principalmente no que está relacionado aos efeitos nos tecidos da cavidade oral. Dessa forma, diversos estudos entre os quais estão buscando conhecer e observar os resultados nas estruturas celulares que o laser pode promover, de acordo com as doses, potência e comprimentos de ondas utilizados e aplicados para cada finalidade.

### 3.2 COMPREENDENDO O QUE É O LASER

O laser apresenta determinadas características que são específicas, como sua luz, que é o acrônimo de Light Amplification by Stimulation Emission of Radiation, que significa ser uma amplificação da luz por emissão estimulada através de radiação, por isso, tem suas particularidades que são ser monocromática, coerente e apresentar única direção (ARANHA, 2021).

Foi descoberto através de Einstein que um elétron absorve mais que um fóton, que é uma partícula de luz, que é incidente e assim, devolve aleatoriamente após determinado tempo, acontecendo a emissão espontânea, e ainda, esse elétron pode promover uma emissão estimulada, quando torna a devolver o fóton que foi absorvido, se tiver interação com outro fóton. O fóton devolvido apresenta comprimento semelhante ao fóton que realizou a absorção, se tornando importante da mesma forma nesse momento. Por ser uma luz de radiação eletromagnética, os fótons

avançam percorrendo uma trajetória de onda, se disseminando e formando um campo eletromagnético a sua volta (ARANHA, 2021).

O entendimento de como funciona a mecânica da formação da luz do laser é fundamental para sua utilização, visto que, suas propriedades são diferentes em relação as demais fontes de luz acessíveis e assim, adquirir mais conhecimento técnico a respeito do laser (ARANHA, 2021).

As radiações eletromagnéticas conforme o comprimento de onda que apresenta, que é a distância entre as duas cristas consecutivas de onda, são classificadas em seu espectro eletromagnético. Dessa forma, se encontra radiações eletromagnéticas em múltiplos tipos, como por exemplo, a radiação ultravioleta, as ondas de rádio, as ondas do laser e do micro-ondas (ARANHA, 2021).

### 3.3 FUNCIONALIDADE DO LASER

A partir do momento que é possível estimular um grande número de elétrons de um átomo específico acontece o início da funcionalidade do laser, pois gera uma energia superior e assim, promove uma inversão que acontece quando se tem mais elétrons estimulados e provocados do que elétrons em estado neutro (ARANHA, 2021).

Nesse momento, os elétrons promovem um estímulo de fótons, ocasionando um efeito cascata, onde cada elétron vai estimular o elétron seguinte a liberar com o mesmo comprimento de onda e fase outro elétron, assim, promover uma projeção de feixes de luz de única direção, monocromática e coerente (ARANHA, 2021).

### 3.4 USO DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA NA ODONTOLOGIA

O laser utilizado na odontologia apresenta espectro eletromagnético em medidas entre 500 e 10.600 nm, envolvendo a radiação eletromagnética visível entre 400 a 700 nm e também a infravermelha entre 700 a 10.600 nm (ARANHA, 2021).

Essa tecnologia disponível hoje em dia, apresenta um grande progresso nas áreas odontológicas e médicas. O laser associado ao tratamento odontológico necessita, em diversas situações, indicações próprias para cada caso. Além disso, os resultados com o uso do laser nesses tratamentos, apresenta grandes benefícios para o paciente e proporciona melhoria ao profissional quanto à conclusão e prognóstico do tratamento (ARANHA, 2021).

Apresentando um sistema prático e de baixo custo, também é capaz de ser usado de forma integrada como coadjuvante em tratamentos terapêuticos convencionais e cirúrgicos e de forma alternativa e isolada em patologias. (BRUGNERA, 2004).

As características ópticas específicas do tecido humano, apresenta variação de um indivíduo para outro e assim, definida através de coeficientes de absorção, dispersão, profundidade de penetração e atenuação (SANDELL, 2011; WANG *et al.* 2005).

Dessa forma, a terapia com laser de baixa intensidade (TLB) pode ser indicada considerando alguns parâmetros, como: comprimento de onda (em nanômetros – *nm*), potência do laser (em watts – *W*), duração do tratamento (em segundos), área de aplicação do feixe e tamanho do ponto (em centímetros quadrados – *cm*), e fluência (em joules por centímetro quadrado – *J/cm<sup>2</sup>*) (CHUNG, 2012).

A fim de aprimorar as configurações para um tecido específico, as propriedades ópticas determinarão qual será a quantidade de luz necessária para o local alvo desejado receber (fluência – *J/cm<sup>2</sup>*). A precisão de medidas padrões na estimativa de irradiação irá direcionar a indicação da dosagem para um tratamento eficiente de TLB (ZHU *et al.* 2004; EBRAHIMI *et al.* 2012; DIMOFTE, 2005; DIMOFTE *et al.* 2012).

### 3.5 VANTAGENS

O laser de baixa potência pode ser integrado a terapia de forma complementar no estímulo a cicatrização, diminuindo desconforto, como dor e inflamação no paciente, tornando o pós-operatório do procedimento mais estável. Alguns pesquisadores na área odontológica têm registrado o uso de TLB para alívio de dor

após extrações dentárias, menor sangramento e risco de hemorragia, além de estimular regeneração tecidual e assim, promover melhor cicatrização e adiantar esse processo em feridas (ROMÃO *et al.* 2015; ISOLAN *et al.* 2021).

Além dessas vantagens, também garante menor probabilidade de infecção devido às suas propriedades antimicrobianas, possibilita precisão nos tratamentos ao preservar tecido saudável ao redor da área de intervenção, reduz a necessidade de anestesia e apresenta ampla versatilidade de aplicação. Esses benefícios tornam o laser de baixa potência uma ferramenta indispensável na odontologia contemporânea.

Ainda, envolvendo os mecanismos intracelulares, o laser pode continuar a influenciar para realizar uma absorção de comprimentos de onda na realização da TLB pelo citocromo C, oxidase e a fotodissociação do óxido nítrico que se encontra presente nas mitocôndrias. A TLB desencadeia uma cadeia de eventos que vai resultar em uma maior atividade enzimática, realizando transporte de elétrons, induzindo a respiração das mitocôndrias e produzindo maior quantidade de trifosfato de adenosina (ATP) (WONG-RILEY *et al.* 2010; KARU, 2005).

O outro mecanismo apresentado envolve o receptor na membrana celular que induzem a atividade dos transportadores de íons sensíveis à luz nas membranas celulares, que são conhecidos como Opsinas 2-4, TRPV1, AHR e P2X7 E ainda, o terceiro mecanismo é o que se caracteriza por componentes extracelulares que de forma previsível, estimula de forma positiva o fator de crescimento transformador (TGF) -  $\beta$ 1, e logo após, o tratamento com a TLB. (ESHGHPOUR *et al.*, 2016; GHOLAMI *et al.*, 2019; ZHU *et al.* 2004; HUANG *et al.* 2011).

Sourvanos realizou uma pesquisa onde seis grupos observaram no uso do laser uma significância estatística onde apresentava melhoria da estabilidade do implante dentário, sendo quatro usando diodos laser e dois utilizando LED, com comprimentos de onda variando de 618 a 1064 nm. O tempo dedicado à administração da terapia de bioestimulação não foi uma variável distintiva entre os estudos que relataram resultados significativos (SOURVANOS *et al.* 2023).

A terapia fotodinâmica que se baseia na fluorescência de conversão ascendente, exibiu efeitos inibidores que promoveram redução significativa contra todas as três espécies de patógenos associados à periodontite. Essa inovadora nanotecnologia mostrou-se altamente promissora na supressão da periodontite, pois

se apresenta com um grande potencial para combater outras doenças infecciosas orais, como as infecções endodônticas profundas e inflamações que se manifestam na cavidade oral (MANLIN *et al.* 2019; AFRASIABI *et al.* 2021; BALHADDAD *et al.* 2020).

A aplicação imediata de irradiação com laser de CO2 apresenta benefícios em relação ao nervo alveolar inferior após a ocorrência de uma lesão, que pode ser considerada uma opção de tratamento eficiente para feridas. Os resultados revelaram melhorias funcionais e estéticas significativas após o uso da terapia, sem relatos de dor pós-operatória ou ocorrência de infecções. Os parâmetros definidos para o uso do laser associado aos protocolos de aplicação adotados resultaram em uma notável melhora tanto subjetiva quanto objetiva na percepção sensorial mecânica em casos de déficit neurossensorial de longa duração no nervo alveolar inferior (FUKUOKA *et al.* 2021; ELAFIFI *et al.* 2020).

### 3.6 PRESCRIÇÃO DA TERAPIA DE FOTOBIMODULAÇÃO

A TLB pode ser prescrita através dos seguintes parâmetros: comprimento de onda (nm), potência do laser (W), tempo de tratamento (segundos), área do feixe e tamanho do ponto (cm<sup>2</sup>) e fluência (J/cm<sup>2</sup>). Otimizando essas configurações para tecido específico as propriedades ópticas fornecerão uma dose de luz recebida no local alvo pretendido (fluência, J/cm<sup>2</sup>). A quantificação precisa dos parâmetros de irradiação orientará a prescrição e fórmula para um tratamento eficaz de TLB (NGUYEN, 2014; ZHU, 2004; EBRAHIMI *et al.*, 2012; DIMOFTE, 2005; DIMOFTE *et al.* 2012).

### 3.7 APLICABILIDADE DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA EM CADA ESPECIALIDADE EM ODONTOLOGIA

#### 3.7.1 Bioestimulação Óssea na Implantodontia e Ortodontia

O tratamento ortodôntico é resultado de forças regulares que são aplicadas através de fios e braquetes, em que é realizado ativação da força em intervalos

específicos personalizado de acordo com o tratamento determinado para o paciente. Essas forças empregadas, ao serem transferidas para a estrutura dentária, ocasionam uma modificação no ligamento periodontal, induzindo uma alteração na organização celular e na remodelação do osso (ARANHA, 2021).

Na ortodontia, a terapia de fotobiomodulação realiza ação analgésica com resultado eficaz devido a propriedades que possui. Os efeitos biomodulatórios desse tratamento provém da capacidade que o laser de baixa potência apresenta em promover o aceleração de mudanças metabólicas (ARANHA, 2021).

O laser de baixa potência promove uma vascularização reduzida em áreas sob compressão, aumento da densidade óssea, tanto a reabsorção quanto a formação óssea, que são essenciais para o movimento e alinhamento dentário de correção e também, impulsionar e diminuir o tempo de tratamento e ainda, redução da dor pós-movimentação dentária e em traumas que podem ser ocasionados devido ao uso de aparelhos fixo. Essa abordagem demonstra de forma significativa resultados benéficos devido aos seus efeitos angiogênicos estimulantes, apresentando principalmente mais benefícios em pacientes adultos (ARANHA, 2021).

No entanto, enfrentam-se desafios no período pós-tratamento, especialmente no que diz respeito à recorrência ortodôntica. Uma das principais razões para essa dificuldade em prevenir a recorrência ortodôntica pode estar relacionada às alterações celulares e moleculares subjacentes aos dentes reposicionados ortodonticamente. Perspectivas anteriores sobre a recorrência sugerem que ela ocorre devido à liberação de força mecânica armazenada em fibras colágenas deformadas em áreas supra-alveolares durante a Movimentação Ortodôntica Tradicional (MOT) (SHAN *et al.* 2021).

No protocolo estudado, o laser de baixa potência é utilizado através da emissão de luz com comprimento de onda de 808 nm e 100 nW de potência, aplicado por 10 segundos em cada ponto, totalizando 1J de energia por ponto. A irradiação é realizada em 10 pontos no tecido gengival: cinco pontos em vestibular e cinco em região palatina, distribuídos em dois pontos no terço cervical (um mesial e um distal), dois pontos no terço apical (um mesial e um distal) e um ponto no terço médio (centro da raiz) (ARANHA, 2021).

A inserção de implantes dentários de titânio é um procedimento cirúrgico rotineiro com resultados previsíveis. O cirurgião deve levar em consideração o plano de tratamento restaurador, o tamanho do implante e a anatomia do rebordo. A eficácia da cirurgia de implantes dentários depende principalmente do potencial de osseointegração na superfície do titânio, projetada para promover a regeneração dos tecidos (SOURVANOS *et al.* 2023).

Diversos grupos de pesquisa têm oferecido orientações sobre as aplicações da TLB após a colocação de implantes de titânio. Apesar dessas descobertas, ainda não existem protocolos validados e baseados em evidências para melhorar a estabilidade do implante. As configurações da TLB podem ser otimizadas com segurança para as diferentes propriedades ópticas dos tecidos humanos e do titânio. Vários grupos de pesquisa têm oferecido orientações sobre as Aplicações de TLB após a colocação de implantes de titânio (SOURVANOS *et al.* 2023).

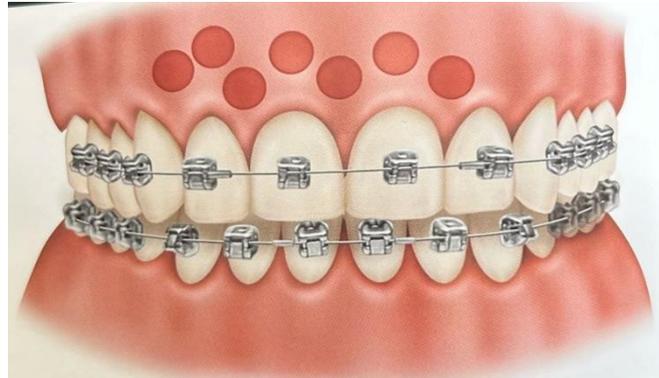
Um estudo de meta-análise encontrado na literatura, verificou que a aplicação de TLB em áreas cirúrgicas de implantes de titânio, inclusive após a instalação, não resultou em quaisquer efeitos adversos negativos. Entre os 15 grupos estudados, seis relataram melhorias estatisticamente significativas na estabilidade dos implantes com diversos tipos de dispositivos de TLB. Esses resultados abrangem tanto LED quanto TLB, englobando um conjunto diversificado de comprimentos de onda (SOURVANOS *et al.* 2023).

### 3.7.2 Protocolo de Biomodulação/remodelação Óssea na Ortodontia

O protocolo de biomodulação/remodelação óssea na ortodia é apresentado também por ARANHA, A. (2021), conforme apresentado abaixo:

- o Comprimento de onda: infravermelho
- o Energia: 1,0 J/ponto.
- o Modo de irradiação: após ativação do aparelho ortodôntico, realizar em toda região pontos sobre o tecido gengival, tanto vestibular quanto lingual. Imediatamente após a aplicação da força, continuar com mais duas sessões nos dois dias seguintes, principalmente se o paciente apresentar desconforto.
- o Objetivo: acelerar a reparação óssea, diminuir a sintomatologia e diminuir o tempo de tratamento ortodôntico.

A figura 1 ilustra os pontos de aplicação do laser de baixa potência para biomodulação/remodelação óssea.



**Figura 1 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para biomodulação/remodelação óssea em região de maxila.  
Fonte: Aranha (2021)**

### 3.8 COMPLICAÇÕES NA HOF

Com o avanço tecnológico e a crescente busca pela estética facial, a área da harmonização orofacial demanda constantes inovações em materiais, técnicas e tratamentos pré e pós-operatórios. A laserterapia se apresenta como uma ferramenta essencial nesse contexto, sendo empregada tanto no preparo da pele antes da harmonização quanto no pós-procedimento, devido às suas propriedades anti-inflamatórias e capacidade de estimular a renovação celular (LIZARELLI; KRAUL, 2020).

Principalmente através da fotobiomodulação com lasers e LEDs de baixa potência, a laserterapia estimula a produção de colágeno, facilita a regeneração tecidual após procedimentos mais invasivos, como microagulhamento ou inserção de fios de PDO, e promove a ativação não invasiva dos fibroblastos para formar um tecido regenerado similar ao tecido irradiado. Além disso, a laserterapia é empregada no tratamento de intercorrências com toxina botulínica, corrigindo assimetrias. Pode também ser utilizada previamente aos procedimentos para garantir a hidratação dos tecidos que necessitam de tratamento antes de serem submetidos à harmonização (LIZARELLI; KRAUL, 2020).

A luz emitida pelo aparelho pode ser utilizada em uma variedade de casos, incluindo bioestimulação, tratamento de intercorrências cutâneas, peeling, lifting não invasivo, cuidados pós-operatórios, clareamento da pele, rejuvenescimento facial, tratamento de melasma, limpeza de pele, redução de edema, remoção de manchas, tratamento de olheiras, entre outras aplicações. Além disso, a terapia com luz também pode ser empregada para alívio de doenças agudas e crônicas, redução da dor, drenagem de processos inflamatórios e estímulo da regeneração tecidual.

Através da utilização de diferentes dosimetrias e protocolos controlados, a terapia com luz é capaz de melhorar a qualidade dos tecidos em processo de reparo, prevenindo a formação de queloides e cicatrizes visíveis, bem como reduzindo manchas na pele, mucosas e superfícies dentárias. Além disso, ela promove o controle microbiológico e tumoral em regiões afetadas por infecções ou descontroladas mitoses, ajudando na recuperação de funções celulares danificadas ao longo do tempo (LIZARELLI; BAGNATO, 2020).

Os comprimentos de onda mais comuns na Harmonização Orofacial (HOF) - vermelho, infravermelho e âmbar - têm como alvo o citocromo C oxidase, que é parte da cadeia de proteínas transportadoras de elétrons. Cada comprimento de onda emitido pelo dispositivo requer uma dose adequada para penetrar no tecido. Uma vez alcançado, o tecido absorve a luz, desencadeando uma interação que resulta em efeitos específicos.

Quando a luz atinge o citocromo C oxidase, localizado nas mitocôndrias, ela estimula a respiração celular, acelera o transporte de elétrons, aumenta o metabolismo e a produção de ATP. Além disso, promove a liberação de óxido nítrico, vasodilatação e modulação de mediadores inflamatórios e da dor, facilitando a regeneração tecidual. Portanto, após um procedimento de HOF, essa técnica pode ser aplicada para melhorar o processo de cicatrização na área tratada (LIZARELLI; KRAUL, 2020).

A aplicação da terapia com luz é adaptável aos diferentes estágios da harmonização orofacial, seja facilitando a nutrição dos tecidos por meio do aumento do oxigênio e da permeação de moléculas essenciais, ou através da penetração da luz, especialmente dos comprimentos de onda âmbar, vermelho e infravermelho. Esses comprimentos de onda auxiliam no tratamento pós-operatório dos

procedimentos de HOF, ajudando a modular os resultados dos tecidos que podem sofrer alguma agressão durante o processo. Além disso, a terapia com luz também desempenha um papel importante na prevenção e tratamento de intercorrências (LIZARELLI; KRAUL, 2020).

A fotobiomodulação é uma técnica utilizada para preparar o sistema orofacial para intervenções mais agressivas, como o micro agulhamento e a aplicação de fios. Cada comprimento de onda tem um alcance específico e um objetivo particular, podendo direcionar-se a um ou mais cromóforos alvos. Quando a pele é preparada antes de um implante facial, o resultado é uma melhor hidratação e nutrição dos tecidos. A combinação de procedimentos permite o transporte adequado de nutrientes e moléculas importantes para uma área específica, garantindo que o tecido atinja uma espessura adequada e uma resposta imunológica mais eficiente durante a intervenção. Por outro lado, procedimentos invasivos sem o devido cuidado com a epiderme podem resultar em desequilíbrios, especialmente em casos de uma camada córnea mais espessa, dificultando a homeostase e gerando oleosidade e acúmulo de toxinas. Esses desequilíbrios muitas vezes não são corrigidos eficazmente por procedimentos pós-operatórios, levando a resultados abaixo das expectativas, principalmente para os profissionais envolvidos (LIZARELLI; KRAUL, 2020).

Em casos de intercorrências na harmonização orofacial, é essencial aumentar o metabolismo celular para promover uma recuperação eficaz, especialmente no uso de toxina botulínica. A profundidade da intercorrência ocorre devido à necessidade de estimular as células neuronais a desenvolverem brotos axonais e reconectar-se. O laser infravermelho desempenha um papel crucial nesse processo, agindo sobre proteínas de membrana para restabelecer a condução de íons, acelerando assim o impulso nervoso (LIZARELLI; BAGNATO, 2020).

Além disso, o laser infravermelho é útil na profilaxia para pacientes com alta massa e força muscular, bem como em pessoas muito expressivas, pois ajuda a prevenir o surgimento precoce de rugas. Para esse fim, pode-se utilizar a fotobiomodulação com emissão de luz vermelha (600-700 nm) e baixa energia por ponto de aplicação (1 J), ou o laser infravermelho com alta energia por ponto de aplicação (cerca de 5 J), associado a ataduras de elástico funcional ou ao uso de toxina botulínica. A reabilitação e harmonização orofacial representam atualmente um campo interdisciplinar na Odontologia, abrangendo diversas áreas específicas que

convergem para o mesmo objetivo de gerenciar o envelhecimento, prevenindo a senilidade do sistema estomatognático (LIZARELLI; BAGNATO, 2020).

### 3.9 COMPLICAÇÕES ORAIS CRÔNICAS DA RADIOTERAPIA DE CABEÇA E PESCOÇO

Ainda que a terapia contra o câncer tem apresentado diversos avanços contínuos, existem alguns efeitos graves secundários podem afetar de forma significativa a qualidade de vida dos pacientes de forma associado. A seriedade das complicações pode ser determinada através dos fatores de riscos que estão diretamente relacionados ao tratamento e ao paciente. Efeitos adversos que acontecem nessas situações, impactam de forma negativa a qualidade de vida do indivíduo, como também na realização de atividades diárias dos pacientes (ROBIJNS *et al.* 2022).

A TLB apresenta efeitos duvidosos em relação aos efeitos cancerígenos em células que apresentam condições normais. Os comprimentos de onda que são usados no espectro vermelho e infravermelho próximo (LIP) na laserterapia são mais longos de forma significativa do que o limite de segurança de 320nm para danos no DNA. Determinados estudos têm demonstrado alguns sinais de transformação em células não malignas e fibroblastos após a exposição ao tratamento com um comprimento de onda de 600nm, 650 mW por 15 minutos para células malignas se usadas durante três dias sucessivos. Ainda não foi constatado transformação maligna em células epiteliais mamárias normais em estudo *in vitro* em que foi observado efeitos de diversas medidas de doses e comprimentos de onda de TLB no decorrer de múltiplas exposições (ROBIJNS *et al.* 2022).

Em razão da heterogeneidade que caracteriza a biologia tumoral é possível que os tumores demonstrem ampla variação em sua reação as variadas atividades biomoduladoras resultantes da TLB. A atividade e a resposta tumoral podem ser influenciadas quando expostas a terapia, porém as informações encontradas na literatura ainda são contraditórias, mas que respaldam e contestam a prática da terapia (ROBIJNS *et al.* 2022).

Muitas das vias relacionadas aos comportamentos tumorais adversos são desencadeadas pela TLB, incluindo a proliferação celular e a resistência à apoptose. Na verdade, os efeitos da TLB na proliferação e diferenciação celular foram examinados em sistemas de cultura celular *in vitro*, utilizando diversas linhagens celulares malignas, resultando em dados contraditórios através de uma variedade de linhagens celulares tumorais e parâmetros de tratamento (ROBIJNS. *et al.* 2022).

A TLB no espectro vermelho pode ser considerada segura e eficaz no tratamento de várias complicações associadas à terapia do câncer, e, portanto, deve ser avaliada para pacientes com câncer. No entanto, ainda não foram publicadas evidências robustas que comprovem a ausência de proteção das células malignas ou o aumento do crescimento tumoral, sendo necessária uma vigilância contínua (ROBIJNS *et al.* 2022).

Quase todas as condições que podem ser beneficiadas pela laserterapia, como inflamação, ulceração, edema, dor, fibrose, lesão neurológica e muscular, desempenham papéis na patogênese das complicações induzidas por radioterapia (RT), transplante de células-tronco hematopoiéticas (TCTH), quimioterapia (TC) ou terapia com radionuclídeos (TRC) em pacientes em tratamento contra o câncer. Em todas essas condições, o uso do laser de baixa potência pode ser indicado (ROBIJNS *et al.* 2022).

A osteorradionecrose (ORN) é uma complicação tardia comum da radioterapia utilizada no tratamento de doenças malignas da região da cabeça e pescoço, especialmente após doses elevadas de irradiação. No entanto, essa prevalência pode ser influenciada por diversos fatores, como o método de administração da radiação, a dose total de irradiação, a dose por fração, o histórico de consumo de álcool ou tabaco, a higiene oral, histórico de lesão dentária ou extração dentária, tamanho e estadiamento do tumor e a idade do paciente (NGEOW *et al.* 2022).

O conceito inicial proposto por Meyer para o desenvolvimento da ORN envolve a interação entre radiação, trauma e infecção. A lesão nos ossos irradiados aumenta a suscetibilidade à invasão por microrganismos, levando à infecção. Essa teoria foi fundamental para a introdução do uso de antibióticos no tratamento da ORN (NGEOW *et al.* 2022).

### 3.10 DISFUNÇÕES TEMPOROMANDIBULARES

Os distúrbios clínicos da articulação temporomandibular (ATM), com ou sem disfunção dos músculos mastigatórios, abrangem uma ampla gama de disfunções temporomandibulares (DTMs). Dor aguda ou crônica, zumbido, perda de função e, por fim, degeneração dos tecidos, são os principais sinais e sintomas associados às DTMs. Esses problemas podem ser especialmente desafiadores para os pacientes, afetando sua qualidade de vida e saúde mental [5], através de distúrbios do sono [6], aumento da ansiedade e estresse, e até mesmo levando à depressão (TUNER *et al.*, 2019).

Portanto, para o tratamento da DTM, diversas abordagens têm sido utilizadas, incluindo terapia manual, ultrassom, estimulação nervosa transcutânea, eletroterapia e TLB. O principal objetivo de todas essas abordagens terapêuticas é reduzir a intensidade dos sintomas, melhorando a função dos músculos mastigatórios, da ATM e das estruturas anatômicas adjacentes. Entre as modalidades de tratamento não cirúrgico, o interesse pela TLBT tem crescido, possivelmente devido à sua facilidade de aplicação e às evidências científicas crescentes sobre seus impactos positivos no alívio da dor (TUNER *et al.* 2019).

Estas disfunções têm um impacto direto na qualidade de vida do paciente, pois estão associadas à dor e à redução da qualidade das funções do sistema estomatognático. A dor é um sintoma frequentemente relatado e uma das principais razões pelas quais os pacientes procuram tratamento (ARANHA, 2021).

Estudos anteriores têm demonstrado que as DTMs são multifatoriais, envolvendo uma combinação de fatores biomecânicos, biológicos, fisiológicos, psicológicos e neuromusculares. O objetivo principal de todas essas abordagens é promover redução da intensidade dos sintomas, promovendo assim uma melhora na função dos músculos mastigatórios e das estruturas anatômicas adjacentes (ARANHA, 2021).

A TLB tem sido amplamente recomendada para o tratamento de distúrbios musculoesqueléticos devido aos seus efeitos analgésicos, anti-inflamatórios e

biomoduladores. Além disso, é uma abordagem não invasiva e geralmente livre de efeitos colaterais (ARANHA, 2021).

Com suas aplicações auxiliares em todas as especialidades odontológicas, o laser está se estabelecendo como uma ferramenta eficaz para alcançar os melhores resultados em tratamentos e proporcionar maior conforto aos pacientes. No contexto das DTMs, a literatura tem apresentado resultados favoráveis (ARANHA, 2021).

Pontos de aplicação do laser de baixa potência para o tratamento das DTMs. Segue a descrição dos pontos:

- Músculo temporal: três pontos, sendo um no feixe muscular anterior, um no feixe muscular médio e um no feixe muscular posterior.
- Músculo masseter: seis pontos, distribuídos em três pontos na origem (arco zigomático) e três pontos na inserção (ângulo mandibular).
- Músculo pterigóideo medial: um ponto, localizado medialmente atrás do trígono retromolar.
- Músculo esternocleidomastóideo: seis pontos, sendo dois na origem do músculo, dois na porção média e dois na inserção.
- Pontos de gatilho para dor: um ponto para cada ponto doloroso diagnosticado à palpação.
- ATM: três pontos, sendo um na região mais posterior da ATM (a introdução da luz do laser deve ser feita pela orelha externa, posicionando o feixe anteriormente), um na porção mais superior da ATM e um na porção anterior da ATM.

Esses pontos de aplicação visam direcionar o laser para áreas específicas dos músculos envolvidos nas DTM, buscando benefícios terapêuticos para alívio de sintomas e melhorar a função mandibular. Pontos de gatilho para dor: um ponto para cada ponto doloroso diagnosticado à palpação (ARANHA, 2021).

É importante realizar o contato fazendo uma leve pressão sobre a pele limpa e sem interferências que possam impedir a absorção da luz, como maquiagens, filtros solares, entre outros. Isso garante que a luz do laser seja adequadamente absorvida pelos tecidos-alvo, maximizando os benefícios terapêuticos do tratamento (ARANHA, 2021).

A frequência de irradiação deve ser no mínimo duas vezes por semana, com um intervalo não maior que uma semana entre as sessões. A quantidade de sessões será baseada na severidade da dor, mas um mínimo de cinco sessões pode ser realizado inicialmente. É importante que o paciente seja reavaliado após cada sessão para acompanhar a resposta ao tratamento e ajustar a abordagem conforme necessário (ARANHA, 2021).

Os parâmetros indicados para o tratamento são os seguintes:

- Laser no comprimento de onda infravermelho (780 ou 808 nm).
- Potência de 100 mW.
- Energia de 3 J por ponto de irradiação.
- Tempo de irradiação de 30 segundos em cada ponto.

É importante ressaltar que este é um protocolo amplo e que reavaliações diárias devem ser realizadas nos pacientes para monitorar a resposta ao tratamento e ajustar os parâmetros, se necessário (ARANHA, 2021).

Embora diversos autores relatem a eficácia da terapia de fotobiomodulação, ainda há uma lacuna significativa em ensaios clínicos controlados com qualidade metodológica que sustentem os benefícios dessa terapia para a DTM e forneçam informações sobre os parâmetros ideais a serem utilizados para alcançar os objetivos desejados. Uma análise abrangente dos estudos disponíveis nas bases de pesquisa, que relacionam laser e DTM, revela uma grande variabilidade em relação aos equipamentos utilizados, comprimentos de onda, parâmetros de tratamento, critérios de seleção de pacientes e métodos de avaliação da dor. Os resultados desses estudos são variáveis (TUNER *et al.* 2019).

O guia de protocolo para DTMs cuja dor é de origem articular é o seguinte:

- Comprimento de onda: infravermelho.
- Energia: 3,0 - 4,0 J por ponto.

ATM: realizar a aplicação em 3 pontos específicos, sendo um ponto na parte mais posterior da região da ATM (a introdução da ponta do laser deve ser feita através da orelha externa, posicionando para anterior), um ponto na porção mais superior da ATM e um ponto na porção anterior da ATM.



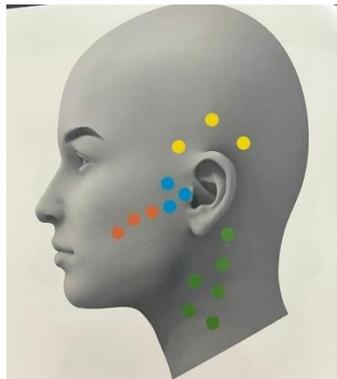
**Figura 2 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para disfunção temporomandibular na região do processo condilar.**  
**Fonte: Aranha (2021)**

Pontos de irradiação com laser de baixa potência:

- (A) acima, (B) anterior, (C) posterior ao processo condilar, (D) Ponto intra-auricular em direção à articulação (ARANHA, 2021).

Guia de protocolo para disfunções temporomandibulares cuja dor é de origem muscular segundo Aranha (2021):

- Comprimento de onda: infravermelho.
- Energia: 3,0 – 4,0 J/ponto.
- 1 a 3 vezes na semana.



**Figura 3- Pontos de aplicação do laser de baixa potência para disfunção temporomandibular. Em amarelo na região do músculo temporal; azul na região do processo condilar; verde na região do músculo esternocleidomastóideo; vermelho na região de ponto-gatilho para dor.**  
**Fonte: Aranha (2021)**

- Músculo temporal: 3 pontos, sendo 1 no feixe anterior, 1 médio e 1 posterior.
- Músculo masseter: 3 pontos n origem (arco zigomático) e 3 pontos na inserção (ângulo mandibular).

- Músculo esternocleidomastóideo: 6 pontos, sendo entre a origem e a inserção do músculo.
- Pontos-gatilho para dor: 1 ponto para cada ponto de dor (avaliação após palpação).

### 3.12 HERPES SIMPLES LABIAL RECORRENTE

O herpes simples é uma infecção viral causada pelo vírus herpes humano (HSV), caracterizada pelo surgimento de pequenas lesões em forma de bolhas agrupadas, principalmente nos lábios e na área genital, embora também possam aparecer em outras partes do corpo. O HSV-1 é frequentemente associado a infecções na face e no tronco, enquanto o HSV-2 é mais comumente relacionado a infecções na região genital, transmitidas principalmente por contato sexual (ARANHA, 2021).

Os efeitos terapêuticos compreendem a ação anti-inflamatória, analgésica e estimuladora da reparação tecidual (OTSUKA *et al.* 2022).

A transmissão ocorre através do contato direto das lesões com a pele ou a mucosa de uma pessoa não infectada. Estima-se que 99% da população esteja infectada com o vírus, mas apenas cerca de 20% apresentarão sinais e sintomas. Alguns fatores desencadeantes para o aparecimento das lesões incluem febre, exposição ao sol, distúrbios gastrointestinais, trauma mecânico, estresse e períodos menstruais. Os sintomas comuns incluem prurido, ardor ou dor no local onde aparecem as múltiplas vesículas (ARANHA, 2021).

Não existe cura para o herpes, mas há opções de tratamento disponíveis. Tal condição geralmente é tratada com medicamentos antivirais, em forma de comprimidos ou pomadas. Atualmente, vacinas estão sendo testadas para o tratamento e prevenção do herpes simples, mas nenhuma demonstrou ser totalmente eficaz até o momento. No entanto, uma opção terapêutica que tem se mostrado bastante eficaz e conservadora é o uso do laser de baixa potência, por meio da TFD (ARANHA, 2021).

Conforme descrito na literatura, a TLB pode ser uma abordagem coadjuvante no tratamento do herpes labial, oferecendo a vantagem de reduzir o tempo de latência e a frequência das manifestações do vírus. Este tratamento é caracterizado por sua simplicidade, rapidez e praticamente ausência de dor, proporcionando grande satisfação e conforto aos pacientes (ARANHA, 2021).

A TFD é um procedimento que envolve a aplicação de um corante específico seguido pela irradiação com laser de baixa potência, cujo comprimento de onda é ressonante com a banda de absorção do fotossensibilizador, que nesse caso, seria o uso do corante. Estudos na literatura têm destacado o potencial da terapia fotodinâmica para a inativação viral (ARANHA, 2021).

De acordo com a literatura, não são relatados efeitos sistêmicos ou colaterais da TFD. Esta técnica é geralmente bem aceita pelos pacientes, e os resultados podem ser observados em poucas horas após a primeira sessão (ARANHA, 2021).

O momento ideal para a aplicação do laser no aparecimento de herpes labial, é na fase inicial, chamada de prodrômica, quando os sintomas como coceira leve e sensação diferente começam na região que apareça lesões de herpes, pois assim, evitará o aparecimento de vesículas. Porém, se houver presença de vesícula, a carga viral das lesões deverá ser reduzida e após isso, promover a descontaminação através da TFD com uso de azul de metileno 0,01% + laser de baixa potência/660 nm, 6,0 J, 100mW, em um período de 60 segundos por ponto (ARANHA, 2021).

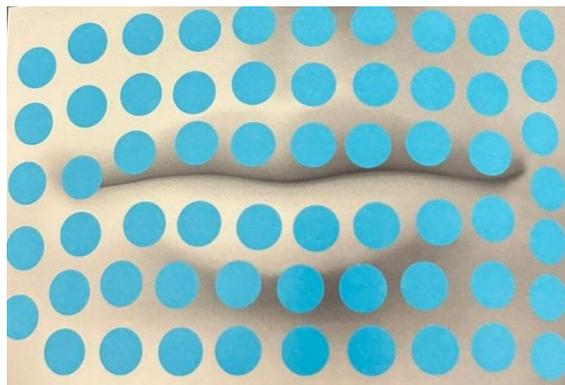
Após a realização da terapia, é crucial reavaliar o paciente para garantir que todas as vesículas tenham sido tratadas. Se for observado que as vesículas foram perfuradas e agora há apenas uma lesão ulcerada, sem a presença de vesículas, é o momento adequado para iniciar o uso do laser como reparador. Nesse estágio, o laser é utilizado com parâmetros específicos para promover a cicatrização das lesões, como por exemplo, 1,0 J com luz vermelha (ARANHA, 2021).

A TLB, quando aplicada em feridas cutâneas, demonstra uma ação benéfica e promissora, oferecendo um potencial significativo para expandir as opções terapêuticas disponíveis (OTSUKA *et al.* 2022)

Após o tratamento e remissão das lesões, é viável implementar medidas preventivas para reduzir a recorrência das infecções por herpes labial, auxiliar na prevenção e no controle de recidivas (ARANHA, 2021).

Guia de protocolo para Herpes Labial – Prevenção, segundo Aranha (2021):

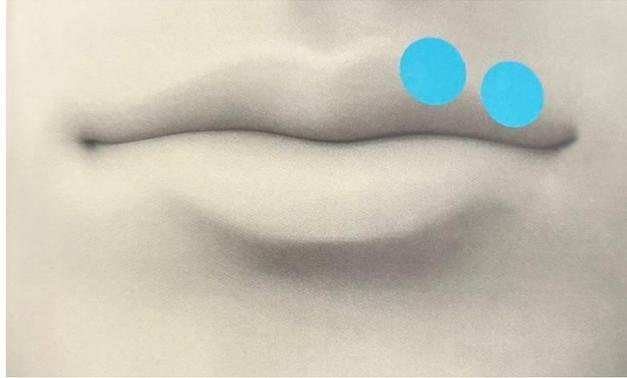
- Comprimento de onda: infravermelho.
- Energia: 1,0 J/ponto.
- Modo de irradiação: realizar 10 sessões, 2 a 3 vezes por semana. Repetir o protocolo após 3 meses (5 sessões), abrangendo toda a região perioral e lábios (aproximadamente 50/60 pontos).
- Objetivo: impedir o aparecimento das lesões, aumentando o tempo de recorrência entre elas (não realizar o protocolo de prevenção caso o paciente esteja com lesões. Tratar e depois iniciar o protocolo de prevenção).
- Objetivo: preveLIP o aparecimento das lesões.



**Figura 4- Pontos de aplicação do laser de baixa potência para herpes labial como forma de prevenção em região perioral e lábios superior e inferior.**  
**Fonte: Aranha (2021)**

Guia de protocolo para Herpes Labial – Fase Prodrômica, segundo Aranha (2021):

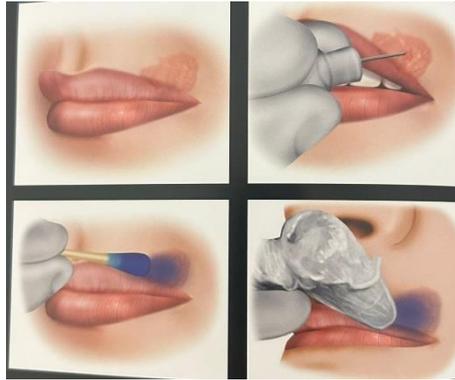
- Comprimento de onda: infravermelho.
- Energia: 2,0 J/ponto.
- Modo de irradiação: uma sessão imediata ao diagnóstico, sobre a região acometida. Reavaliar após 24 horas.
- Objetivo: impedir o aparecimento das vesículas.



**Figura 5 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para herpes labial na fase prodrômica na região acometida (na foto, região de lábio superior esquerdo).  
Fonte: Aranha (2021)**

Guia de protocolo para Herpes Labial – Fase Vesícula, segundo Aranha (2021):

- Terapia fotodinâmica antimicrobiana (azul de metileno 0,01% por 3 a 5 minutos sobre a superfície + - tempo pré-irradiação/irradiação sobre as vesículas perfuradas com laser vermelho – energia: 4,0 J, vermelho).
- Modo de irradiação: perfuração da vesícula com agulha estéril após anestesia tópica, aplicar azul de metileno, aguardar tempo pré-irradiação (3-5 minutos), irradiação pontual, reavaliar após 24 horas.
- SE: novas vesículas no dia seguinte, repetir o procedimento de drenagem das vesículas e PDT.
- SE: dia seguinte: vermelho/1,0 J/ponto vermelho com o objetivo de modular o tecido/cicatrização.
- Objetivo: descontaminar o tecido, propiciar cicatrização mais rápida e mais efetiva.



**Figura 6 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para herpes labial na fase de vesícula.**

**Fonte: Aranha (2021)**

Guia de protocolo para Herpes Labial – Fase Crosta, segundo Aranha (2021):

- Comprimento de onda: vermelho.
- Energia: 1,0 J/ponto.
- Modo de irradiação: irradiar sobre as crostas. Reavaliação a cada sessão.
- Objetivo: acelerar a cicatrização.

Recomendar filtro solar para pacientes.



**Figura 7 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para herpes labial na fase de crosta (na foto, em região perioral superior esquerda).**

**Fonte: Aranha (2021)**

### 3.13 HERPES ZOSTER

A doença infecciosa chamada herpes-zóster facial se apresenta através de lesões dolorosas na região orofacial. A complicação mais recorrente que pode ocasionar com essa condição é a neuralgia pós-herpética, que é caracterizada por

sintomas dolorosos persistentes. E de forma ampla, a TLB tem sido aceita por seus resultados positivos no controle de redução da dor em várias condições associada ao herpes-zóster facial (COSTA *et al.* 2016).

Guia de protocolo para Herpes-zóster, segundo Aranha (2021):

Na primeira sessão avaliar o paciente e a lesão e, caso haja contaminação, realizar a terapia fotodinâmica antimicrobiana.

- Comprimento de onda: vermelho.
- Energia: 6,0 J/ponto.
- Modo de irradiação: azul de metileno 0,01% por 3 a 5 minutos sobre a superfície + irradiação sobre as lesões com laser vermelho. Também realizar a irradiação seguindo o trajeto do ramo nervoso acometido 1,0 J, vermelho. Reavaliação a cada sessão.
- Objetivo: descontaminar e acelerar a cicatrização.

Uma vez descontaminado o tecido, prosseguir com as sessões de reparo e cicatrização.

- Comprimento de onda: vermelho.
- Energia: 1,0 J/ponto.
- Modo de irradiação: irradiação sobre as lesões com laser vermelho. Reavaliações a cada sessão.
- Objetivo: acelerar a cicatrização.

### 3.14 HIPERSENSIBILIDADE DENTINÁRIA/HIPOMINERALIZAÇÃO MOLAR-INCISIVO (HMI)

Nas últimas décadas, as lesões cervicais não cariosas (LCNC) e a hipersensibilidade dentinária cervical (HDC) têm sido alvo de extensa pesquisa. Isso se deve não apenas à variedade de produtos e tratamentos disponíveis, mas também ao aumento significativo na prevalência e incidência dessas condições. Observa-se um aumento anual no número de casos de LCNC e HDC, indicando a necessidade urgente de prevenção e controle dessas doenças. Um ponto crucial a ser destacado

é que o desgaste dentário mais acentuado, cada vez mais precoce, que compromete a função, prejudica a estética ou causa desconforto e sensibilidade, é considerado patológico e requer intervenção. É fundamental reconhecer que a HDC pode limitar as atividades diárias mais simples do paciente e ter um impacto negativo significativo em sua qualidade de vida (ARANHA, 2021).

A abordagem terapêutica deve ser individualizada, considerando a etiologia, a extensão e a profundidade da LCNC, bem como a presença de recessão gengival associada. As opções de tratamento podem incluir dessensibilização dentinária, recobrimento gengival ou restauração direta ou indireta (ARANHA, 2021).

Entre os agentes obliteradores estão incluídos produtos à base de glutaraldeído, oxalato de potássio, vernizes contendo nanopartículas de hidroxiapatita, bem como os lasers de alta potência. Enquanto isso, como exemplos de agentes neurais dessensibilizantes, temos os agentes físicos, químicos e fotofísicos, como os lasers de baixa potência (ARANHA, 2021).

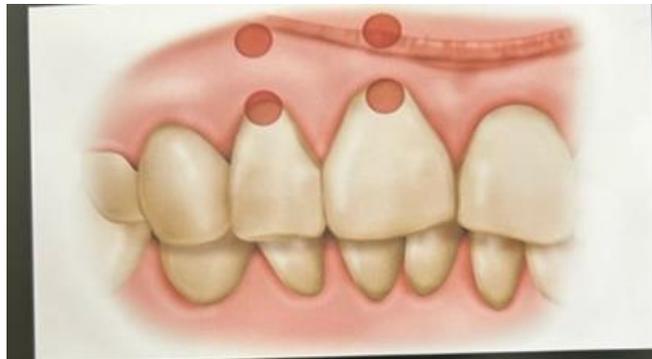
Os lasers de baixa potência foram introduzidos como uma alternativa inovadora, conservadora, reproduzível e eficaz no tratamento da dor associada à hérnia de disco cervical (HDC). Esses lasers têm como alvo as células em nível celular. O mecanismo subjacente ao seu efeito na redução da sintomatologia dolorosa está relacionado à estimulação das células nervosas. Isso interfere na polaridade da membrana, aumentando a amplitude do potencial de ação e bloqueando a transmissão do estímulo doloroso. (ARANHA, 2021).

Considerando que existem duas estratégias distintas e promissoras para o tratamento da hipersensibilidade dentinária (HDC) - ação nas fibras nervosas e bloqueio dos estímulos dolorosos através de ação mecânica - sugere-se um protocolo inovador: a implementação simultânea de equipamentos e produtos que abordem ambas as estratégias de tratamento (neural + obliteradora). Esse protocolo, denominado Protocolo Associativo do Manejo da Dor da Hipersensibilidade Dentinária, poderia ser uma abordagem eficaz e abrangente para lidar com esse problema clínico (ARANHA, 2021).

Guia de protocolo para Hiperssensibilidade dentinária, segundo Aranha (2021):

- Comprimento de onda: infravermelho.
- Energia: 1,0 ponto (2,0 J de energia todas para dentes uLIPradiculares e para molares, 4,0 J).
- Modo de irradiação: aplicação em dois pontos: um cervical e outro na região do fundo de sulco (e para molares: dois pontos na vestibular e dois pontos no fundo e sulco), perpendicular, sob isolamento relativo.
- Reavaliar a dor a cada sessão (mínimo de 3 sessões, máximo de 5 sessões), com intervalo de 72 horas entre elas.

Indicado para HDC e casos de HMI.



**Figura 8 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para hipersensibilidade dentinária na região cervical do dente incisivo central superior (11) e cervical do incisivo lateral superior (12) e região do fundo de sulco.**

Fonte: Aranha (2021)

### 3.15 MUCOSITE ORAL

A mucosite oral é uma lesão no revestimento mucoso da cavidade oral, causada por irritações químicas, quimioterapia ou radioterapia e traumas locais. Apesar dos avanços contínuos na terapia contra o câncer, vários efeitos colaterais graves estão associados a esses tratamentos, podendo comprometer a sobrevivência dos pacientes e impactar negativamente sua qualidade de vida e atividades diárias. Portanto, estratégias eficazes de cuidados de suporte são essenciais (ARANHA, 2021).

Dado que a patogênese e o curso da mucosite oral dependem das circunstâncias clínicas, o manejo dessa condição é analisado separadamente para cada tipo de câncer e tratamento. Clinicamente, a mucosite oral se manifesta por alterações eritematosas na mucosa, que podem evoluir para úlceras na boca. Essas

complicações podem afetar significativamente a qualidade de vida e o funcionamento dos pacientes, além de interferir no tratamento do câncer. Além disso, aumentam o risco de bacteremia e sepse em pacientes imunossuprimidos, e estão associadas a uma maior mortalidade no período de 100 dias após o TCTH (ARANHA, 2021).

Em 2020, revisões sistemáticas destacaram os efeitos positivos da terapia de fotobiomodulação na prevenção e tratamento da mucosite oral, sugerindo o uso de protocolos específicos de laser de baixa potência em populações específicas de pacientes (ARANHA, 2021).

Os principais contribuintes para o desenvolvimento da mucosite oral são a produção em excesso de espécies reativas de oxigênio (ROS) e a ativação do fator nuclear kappa B (NFkB) (GOUVEA *et al.* 2012).

Considerando a falta de dados adequados específicos para protocolos pediátricos, sugerimos a adoção dos mesmos protocolos utilizados em adultos para abordagens transcutâneas e intra-orais. Isso inclui os mesmos comprimentos de onda, fluência por fração, irradiância, número de tratamentos por semana e número total de tratamentos com fotobiomodulação (TLB), tanto para fins preventivos quanto curativos. Observamos que os dispositivos transcutâneos parecem ser mais clinicamente práticos, são geralmente mais bem aceitos pelos pacientes e, portanto, podem ser mais facilmente implementados em crianças (ROBIJNS *et al.* 2022)

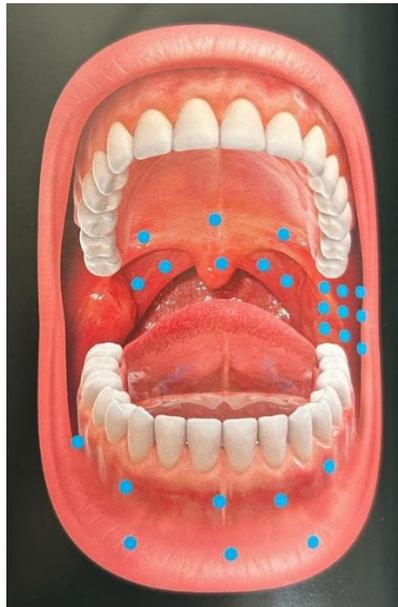
Guia de protocolo para prevenção e tratamento da Mucosite Oral, segundo Aranha (2021):

- Avaliar inicialmente a fase/estágio em que se encontra o tratamento oncológico, a presença e o grau de severidade das lesões de mucosite oral.
- Interagir com os médicos responsáveis pelo paciente é fundamental.

O tratamento preventivo e o tratamento curativo envolvem a fotobiomodulação. Se houver associação com infecções oportunistas, como por exemplo a herpes e candidose, é indicada a terapia fotodinâmica antimicrobiana (ARANHA, 2021).

Guia de protocolo para prevenção da Mucosite Oral, segundo Aranha (2021):

- Ausência de sinais e sintomas, porém terapia oncológica com alto risco para mucosite oral.
- Comprimento de onda: vermelho.
- Energia: 1,0 J/ponto.
- Modo de irradiação: nº de pontos – protocolo de laser profilático.
  - Mucosa jugal – 18 pontos (D + E)
  - Lábio – 16 pontos (SUP + INF)
  - Borda lateral da língua – 14 pontos (D + E)
  - Ventre da língua – 4 pontos (D + E)
  - Soalho da boca – 2 pontos (D + E)
  - Palato mole – 3 pontos
  - Orofaringe – 5 pontos (D + E)
  - Total de pontos – 62 pontos
  - Tempo de aplicação – 10 min 30 s.



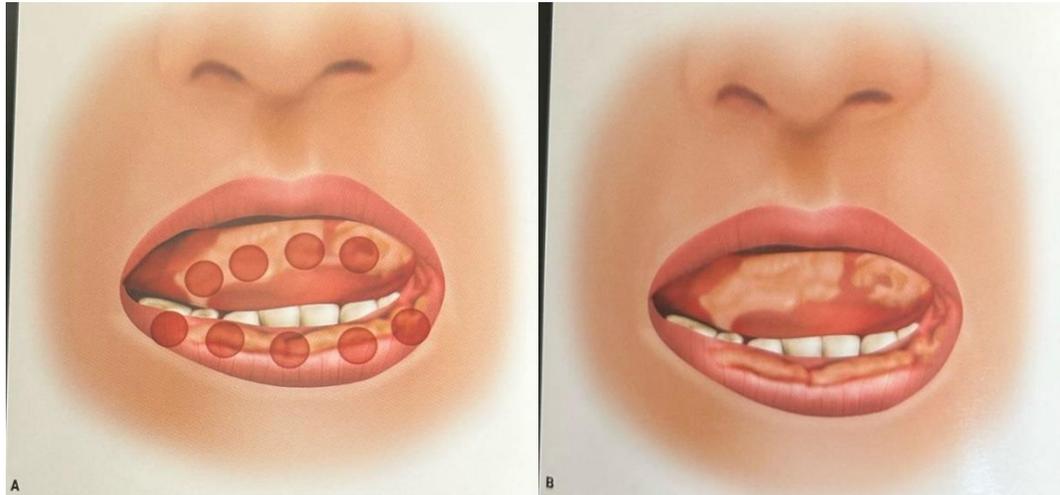
**Figura 9 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para prevenção da mucosite oral na região de mucosa jugal; lábio; borda lateral da língua; ventre da língua; soalho da boca; palato mole; orofaringe.**

**Fonte: Aranha (2021)**

Guia de protocolo da Mucosite Oral (reparo), segundo Aranha (2021):

- Comprimento de onda: vermelho.
- Energia: 2,0 J/ponto.
- Modo de irradiação: pontual, sobre as lesões.

- Objetivo: reparo tecidual. (livro página 155)



**Figura 10 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para prevenção da mucosite oral na fase de reparo, (A) em região de lábio e ápice lingual; (B) lesão sem aplicação do laser de baixa potência.**

**Fonte: Aranha (2021)**

Guia de protocolo para tratamento da Mucosite Oral (analgesia), segundo Aranha (2021):

- Comprimento de onda: infravermelho.
- Energia: 2,0 J/ponto.
- Modo de irradiação: pontual, sobre as lesões existentes.

### 3.16 PÓS-OPERATÓRIO CIRÚRGICO/REPARO/DIMINUIÇÃO DO EDEMA

A mucosa oral desempenha um papel fundamental como barreira primária contra invasões de patógenos, estresses mecânicos e traumas físicos. O processo de cicatrização de feridas na mucosa oral passa por quatro estágios distintos de sequências de alterações teciduais, que são hemostasia, inflamação, proliferação e remodelação (NGEOW *et al.* 2022).

A cicatrização de feridas nos tecidos duros e moles da cavidade oral está fortemente ligada à resposta inflamatória e vascular. Devido a uma resposta inflamatória menos agressiva, às propriedades benéficas da saliva, ao ambiente oral singular e à presença de células-tronco mesenquimais, há relatos de que as feridas na boca tendem a cicatrizar rapidamente, com formação reduzida de cicatrizes e

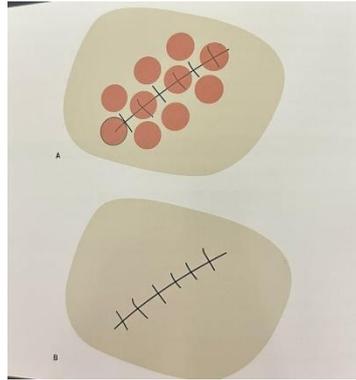
menos reações inflamatórias. No entanto, em certas populações com doenças autoimunes ou condições médicas subjacentes, ou em indivíduos submetidos a lesões cirúrgicas, o retardo na cicatrização de feridas orais é uma preocupação significativa. Diante disso, diversas abordagens têm sido adotadas para melhorar a proliferação do tecido na ferida sem causar excessiva formação de cicatrizes com o uso do laser de baixa potência (NGEOW *et al.* 2022).

A TLB utiliza radiação com uma faixa de comprimento de onda entre 500 e 1100 nm e potência variando de 1 mW a 500 mW. Essa modalidade de tratamento tem se mostrado eficaz no manejo de complicações pós-operatórias, como dor, inchaço e trismo, além de contribuir para a recuperação neurológica e cicatrização de feridas. Estudos com animais têm demonstrado resultados promissores do uso de TLB na preservação do alvéolo, acelerando a cicatrização pós-extração e mantendo a altura do osso alveolar. Em um estudo clínico randomizado envolvendo a remoção do dente do siso inferior, a terapia com laser acelerou a cicatrização do alvéolo pós-extração, com evidências histopatológicas de redução de células inflamatórias e maior maturidade do epitélio e miofibroblastos na mucosa alveolar (NGEOW *et al.* 2022).

Evidências recentes demonstram que tanto a TLB quanto a Terapia com Laser de Alta Intensidade (TLA) são eficazes no alívio da dor e na cicatrização de feridas, muitas vezes em uma única aplicação, sem efeitos colaterais aparentes (NGEOW *et al.* 2022).

Guia de protocolo para Reparação Pós-Cirúrgica (Tecido Mole), segundo Aranha (2021):

- Comprimento de onda: vermelho.
- Energia: 1,0 J/ponto.
- Modo de irradiação: sessões diárias sobre e ao redor da ferida cirúrgica (em mucosa é mais indicado distribuir a energia no tecido em vez de fazer um único ponto no centro do tecido alvo).
- Objetivo: reparo do tecido.



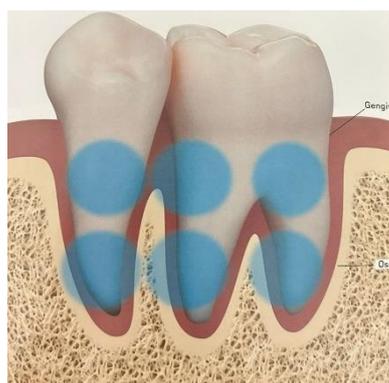
**Figura 11 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para reparação cirúrgica na região da incisão.**

**Fonte: Aranha (2021)**

Guia de protocolo para Reparação Pós-Cirúrgica (Osso), segundo Aranha (2021):

- Comprimento de onda: infravermelho.
- Energia: 1,0 – 2,0 J/ponto.
- Modo de irradiação: sessões diárias sobre a ferida cirúrgica. Sugere-se fazer pela tábua óssea vestibular e lingual/palatina.
- Objetivo: acelerar a reparação óssea/remodelação óssea.

Protocolo também utilizado para bioestimulação óssea em casos de implantes ou ortodontia.



**Figura 12 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para reparação cirúrgica na região da tábua óssea.**

**Fonte: Aranha (2021)**

### 3.17 PÓS-PREPARO CAVITÁRIO/PROTÉTICO

Nos últimos anos, a odontologia restauradora tem sido palco da introdução de técnicas e materiais restauradores inovadores, com o principal objetivo de restabelecer a função e estética dentária, seguindo os preceitos de um tratamento minimamente invasivo. Nesse contexto, a realização de restaurações diretas e indiretas adesivas tem ganhado destaque como um dos principais procedimentos solicitados pelos pacientes nos consultórios odontológicos (ARANHA, 2021).

Entretanto, é comum, embora não seja desejável, que os pacientes relatem sensibilidade pós-operatória após a remoção do material restaurador a ser substituído, a realização do preparo cavitário e o preenchimento da cavidade com o novo material (ARANHA, 2021).

Essa sensibilidade pós-operatória pode ser considerada um erro técnico, especialmente quando está relacionada a fatores inerentes ao operador. Isso pode incluir o uso inadequado do motor de alta rotação com baixa refrigeração ou a utilização de pontas diamantadas que perderam o corte, levando à abrasão da dentina e ao aumento da temperatura na cavidade pulpar. Além disso, a aplicação de ácido fosfórico ou primer ácido por tempo superior ao recomendado pelo fabricante, bem como protocolos inadequados de inserção e fotoativação do sistema restaurador (como a utilização de incrementos únicos), e a presença de pontos de contato prematuros, podem contribuir para essa sensibilidade. Frequentemente, a combinação desses fatores pode resultar em sensibilidade operatória e, em alguns casos, até mesmo na necessidade de tratamento endodôntico (ARANHA, 2021).

Além dos fatores técnicos mencionados, é importante considerar que um erro no diagnóstico pulpar do dente, especialmente se já apresentava alguma alteração antes da realização da restauração, pode ser uma causa significativa de sensibilidade pós-operatória. Portanto, justifica-se a necessidade de realizar testes pulpares antes de qualquer procedimento restaurador, a fim de avaliar adequadamente o estado de saúde pulpar e evitar complicações pós-tratamento (ARANHA, 2021).

O processo de dentinogênese é um processo contínuo e dinâmico, que é regulado por uma única camada de células altamente diferenciadas chamadas

odontoblastos. A matriz secretada pelos odontoblastos é o principal constituinte do tecido dental mineralizado, sendo composta por componentes orgânicos e inorgânicos. Quando ocorre um estímulo nocivo, como os mencionados anteriormente, o objetivo de um tratamento regenerativo pulpar é reconstruir o tecido normal em continuidade com o limite polpa-dentina, regulando os processos específicos do tecido para a produção de dentina terciária. Essa dentina é sintetizada como resposta a vários estímulos externos, como cárie dentária e trauma, e pode ser dividida em duas subcategorias: dentina reacionária e reparadora. Ambas são consideradas o melhor material de proteção da polpa dentária, uma vez que o padrão tubular da dentina reparadora é menos contínuo e mais desorganizado, o que reduz sua permeabilidade e impede a difusão de agentes nocivos (ARANHA, 2021).

Até o momento, não existe um material ideal que possa ser inserido em uma cavidade lesada e promover proteção à polpa, estimulando a produção de dentina terciária. Apenas o laser de baixa potência tem sido reconhecido por desempenhar essa função. No entanto, é importante considerar que a preservação das células odontoblásticas deve ser o principal objetivo no tratamento restaurador (ARANHA, 2021).

O mecanismo de ação dos lasers de baixa potência e sua influência na dentinogênese ainda não são completamente compreendidos. No entanto, é possível afirmar que sua utilização demonstra potencial de biomodulação celular, o que pode induzir a formação de dentina secundária e, conseqüentemente, contribuir para a recuperação do tecido mineralizado perdido (ARANHA, 2021).

### 3.18 PERIODONTITE

A TFD é uma abordagem emergente no combate à periodontite, que envolve o uso de fotossensibilizadores, luz e oxigênio molecular. No entanto, a eficácia da TFD nem sempre é garantida, devido às propriedades hidrofóbicas de alguns fotossensibilizadores, que dificultam sua absorção pelas bactérias periodontais. Neste contexto, o fotossensibilizador hidrofóbico clorina e6 (Ce6) foi modificado para torná-lo hidrofílico, conjugando-o com o peptídeo TAT, conhecido por sua capacidade de

penetrar nas células. Essa modificação teve como objetivo melhorar a solubilidade do fotossensibilizador e aumentar sua adsorção bacteriana, facilitando sua interação com as paredes celulares carregadas negativamente e sua penetração através das membranas celulares. O conjugado resultante, TAT-Ce6, foi então utilizado para preparar nanopartículas automontadas (NPs) capazes de carregar o tinidazol (TDZ), um antibiótico comumente utilizado clinicamente. Espera-se que essa abordagem sinérgica, combinando PDT e terapia antibiótica, resulte em efeitos antiperiodontite mais eficazes (LI *et al.* 2021).

Em comparação com o Ce6 livre, as nanopartículas TAT-Ce6 (NPs TAT-Ce6) apresentaram uma significativa melhora na capacidade de adsorção e penetração nas bactérias patogênicas periodontais, além de demonstrarem eficiências aumentadas de PDT tanto nas bactérias patogênicas periodontais quanto nos macrófagos monócitos. Após a irradiação com laser de 635 nm, as NPs TAT-Ce6 (TAT-Ce6/TDZ) carregadas com TDZ mostraram notáveis efeitos antiperiodontite sinérgicos de TFD e terapia antibiótica. Isso se refletiu na eficaz eliminação das bactérias patogênicas periodontais *in vitro* e na redução da reabsorção óssea alveolar em um modelo de periodontite em ratos Sprague-Dawley (LI *et al.* 2021).

Guia de protocolo para Gengivite, segundo Aranha (2021):

- Comprimento de onda: vermelho.
- Energia: 1,0 J/ponto.
- Modo de irradiação: pelo menos 4 irradiações consecutivas ou com intervalo de 24 horas/pontos de irradiação sobre a região da gengiva inflamada.
- Para descontaminação, utilizar a terapia fotodinâmica antimicrobiana (azul de metileno 0,01% e laser vermelho, 9,0 J) – pontos sobre o tecido inflamado. Para casos de periodontite e presença de bolsas periodontais à sondagem: utilizar a fibra óptica para descontaminação.
- Objetivo: analgésico, modular a resposta inflamatória do tecido, diminuir edema.



**Figura 13 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para controle da gengivite em região gengival superior.**  
**Fonte: Aranha (2021)**

### 3.19 CONTROLE DO BIOFILME

O biofilme se forma ao longo do sulco gengival, comprometendo os tecidos moles e podendo resultar na perda do osso que sustenta o dente. Composto por uma variedade de microorganismos, ele penetra nos túbulos dentinários, que conectam a superfície externa da dentina à região adjacente à polpa. A desinfecção desses túbulos dentinários é crucial, especialmente durante o tratamento endodôntico, visando proteger a raiz e promover a descontaminação do canal radicular (BALHADDAD *et al.* 2020).

A TFD tem sido sugerida como uma técnica complementar para tratar infecções causadas por biofilmes, sem induzir resistência bacteriana. Esta abordagem terapêutica, não invasiva e controlada, tem despertado grande interesse na medicina devido à sua natureza conservadora (BALHADDAD *et al.* 2020).

Na odontologia, tal terapia tem sido objeto de investigação devido às suas propriedades antibacterianas e antifúngicas, sendo utilizada para desinfetar tanto superfícies moles quanto duras dos tecidos orais. Esta técnica tem sido aplicada para desinfetar locais dentários infectados por biofilmes, incluindo o canal radicular, bolsas periodontais, cáries profundas, superfícies de implantes contaminadas, e para erradicar a candidíase em próteses dentárias (Figura 1) (BALHADDAD *et al.* 2020).

Nesta terapia voltada para a redução do biofilme, tanto o fotossensibilizador quanto a luz penetram no local da infecção dentária, visando atingir o biofilme patogênico (conforme ilustrado na Figura 2). Quando os fotossensibilizadores são expostos a uma luz de comprimento de onda específico, são produzidas espécies reativas de oxigênio (ROS), capazes de reduzir a viabilidade de diversos patógenos relevantes, incluindo aqueles associados à periodontite, cárie dentária e infecções endodônticas. Esse processo de ativação transfere o fotossensibilizador de um estado de baixa energia para um estado excitado conhecido como estado singlete. Posteriormente, o fotossensibilizador pode retornar ao seu estado de baixa energia ou ser transformado em um estado ainda mais energético, denominado estado triplo excitado (BALHADDAD *et al.* 2020).

Devido ao seu mecanismo de ação específico, a TFD oferece a vantagem da redução imediata da carga bacteriana, incluindo bactérias gram-positivas e gram-negativas (conforme ilustrado na Figura 4). A fotoinativação de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas é fundamentada no fato de que alguns fotossensibilizadores podem ser acumulados em quantidades significativas na membrana plasmática, que é um alvo crítico para induzir danos irreversíveis nas bactérias. Em geral, as moléculas fotossensibilizadoras neutras ou aniônicas têm uma alta afinidade pelas bactérias Gram-positivas e podem inativá-las fotodinamicamente (BALHADDAD *et al.* 2020).

No caso das células bacterianas Gram-negativas, essas moléculas fotossensibilizadoras estão ligadas, em diferentes graus, apenas à membrana externa e, portanto, não conseguem inativar efetivamente as células bacterianas após a iluminação. Essa diferença está relacionada à composição distinta da membrana bacteriana. Os benefícios deste tratamento são amplamente apoiados na literatura, demonstrando resultados promissores em termos de redução da carga bacteriana (BALHADDAD *et al.* 2020).

Guia de protocolo para TFD em Periodontia, segundo Aranha (2021):

- Comprimento de onda: vermelho.
- Energia: azul de metileno 0,01% + laser vermelho, 9,0 J.
- Modo de irradiação:

- Preenchimento da bolsa periodontal com azul de metileno com seringa hipodérmica e agulhas finas, tomando o cuidado para não agredir ou perfurar o tecido. Esperar 3 minutos (tempo de pré-irradiação).
- Dica: repetir o preenchimento com azul de metileno caso observe a perda da coloração durante o tempo de pré-irradiação.
- Irradiação com laser de baixa potência/movimentos de varredura, pêndulo por 90 segundos em cada região de bolsa periodontal.
- Objetivo: descontaminação das bolsas periodontais por meio de terapia fotodinâmica antimicrobiana.
- Dicas: corte a ponta da fibra, se necessário, e acople à peça de mão do aparelho.
- Potência no display: 100 mW, potência aferida na saída da fibra: 100 mW, considerando a perda de 25% da energia devido ao sistema de entrega do feixe (fibra óptica). A energia total será de 9,0 J em cada região da bolsa periodontal.
- Introdução da fibra na bolsa periodontal o mais apical possível.

### 3.20 AINES X FOTOBIMODULAÇÃO

A dor pós-operatória, que é a complicação mais comum da cirurgia dentoalveolar, é habitualmente controlada por meio de anti-inflamatórios não esteroides (AINEs). No entanto, apesar de sua eficácia comprovada, o consumo prolongado de AINEs está associado a vários problemas graves e efeitos adversos. Como alternativa, a TLB tem sido empregada em diversas modalidades de tratamento para reduzir a dor, a inflamação e promover a cicatrização (ALQUTUB *et al.*, 2022).

A Associação Internacional para o Estudo da Dor define dor como "uma experiência sensorial e emocional desagradável associada ou semelhante àquela associada a algo real ou potencial dano tecidual" (IASP, 2022). A percepção da dor é subjetiva e pode ser influenciada por uma variedade de fatores biológicos, psicológicos e sociais (RAJA *et al.*, 2020). Estima-se que cerca de 23 milhões de pessoas em todo o mundo sofram de dor pós-operatória (CORREL, 2017). Após a cirurgia dentoalveolar, é comum que a dor se manifeste nas primeiras 24 horas, atingindo seu pico de intensidade 6 a 8 horas após o procedimento (SEYMOUR E WALTON, 1984; ALQUTUB *et al.* 2022).

Essa dor pós-operatória tem sido tradicionalmente gerenciada por AINEs. No entanto, o uso prolongado desses medicamentos pode acarretar efeitos colaterais graves, como insuficiência renal aguda e infarto do miocárdio. Além disso, os AINEs podem agravar certas condições, como hipertensão, e potencializar os efeitos de alguns medicamentos, como a varfarina (MARCUM E HANLON, 2010). Portanto, para pacientes em risco, a prescrição de Acetaminofeno ou Paracetamol é preferível e tem se mostrado eficaz (MOORE *et al.* 2000; ALQUTUB *et al.* 2022).

A TLB utiliza luz no espectro do vermelho distante DESMET ao infravermelho próximo (630–1000 nm) para modular várias funções celulares (*et al.*, 2006). Estudos têm demonstrado que há a melhora a cicatrização de feridas, trata condições inflamatórias e dolorosas, e reduz a dor e o inchaço na remodelação óssea alveolar após extrações de terceiros molares (FIELD E ALAN, 2003; HAMID, 2017; LIMPANICHKUL *et al.* 2006; MIGLIORATI *et al.* 2013). No entanto, ainda não há diretrizes estabelecidas sobre o método de aplicação, parâmetros de irradiação e tempo de exposição. Se a TLB pudesse substituir os analgésicos comumente prescritos, isso teria um impacto significativo no controle da dor. Portanto, o objetivo deste estudo foi comparar os efeitos da terapia de fotobiomodulação e do ibuprofeno na dor decorrente de extração dentária cirúrgica (ALQUTUB *et al.* 2022).

Com base nas limitações dos estudos realizados, foi observado que a TLB não apresenta um efeito significativo na redução da dor após a extração cirúrgica do dente em comparação com o ibuprofeno. Portanto, embora pode-se considerar um método alternativo de tratamento da dor, sua eficácia não parece ser superior à do ibuprofeno nesse contexto específico (ALQUTUB *et al.* 2022).

### 3.21 GENGIVECTOMIA

O processo de cicatrização de uma ferida resultante de uma gengivectomia é conhecido por ser um fenômeno gradual, ocorrendo por segunda intenção, o que significa que demanda um período entre um e dois meses para que haja completa epitelização e maturação do tecido conjuntivo. Além das abordagens terapêuticas convencionais, a TLB tem sido explorada como uma terapia complementar para

acelerar esse processo e aprimorar a satisfação do paciente. Até o momento, diversos estudos clínicos têm sido conduzidos para avaliar a eficácia da terapia na promoção da cicatrização de feridas e no alívio da dor em pacientes submetidos à gengivectomia (ABESI; DERIKVAND, 2023).

Foi observado em um estudo que a TLB efetivamente reduziu a dor pós-operatória e melhorou a cicatrização de feridas nos dias 3 e 7 após a cirurgia. Lingamaneni *et al.* (2021) também constataram que sinais de cicatrização foram significativamente mais evidentes no 14º dia após a gengivectomia nas áreas tratadas com o laser de baixa potência em comparação com as não tratadas. Além disso, Reddy *et al.* afirmaram que a laserterapia resultou em melhores resultados clínicos e histológicos do que o ácido hialurônico e o gel fitoterápico. Zhao *et al.* realizaram uma meta-análise para investigar o impacto da TLB na redução da dor e na cicatrização de feridas após cirurgia periodontal (ABESI; DERIKVAND, 2023).

Os autores constataram que a TLB foi eficaz no controle e na redução da dor no terceiro dia após a cirurgia, embora não tenha sido observado o mesmo efeito no sétimo dia. Além disso, eles descobriram que tal terapia acelerou a reepitelização e a cicatrização de feridas no 14º dia de pós-operatório, mas não no 21º dia. (ABESI; DERIKVAND, 2023).

A promoção da cicatrização de feridas pela TLB pode ser atribuída a diferentes mecanismos, segundo Abesi e Derikvand (2023) que incluem:

- Aumento das espécies reativas de oxigênio, afetando a homeostase intercelular e promovendo a proliferação celular.
- Influência na microcirculação e alteração da pressão hidrostática capilar, resultando na redução do edema.
- Aumento da motilidade dos queratinócitos humanos, acelerando o processo de epitelização.
- Melhora na proliferação do fibroblasto e na síntese da matriz extracelular.
- Aumento da neovascularização, contribuindo para a vascularização do tecido em cicatrização.

A TLB pode ser uma opção eficaz como tratamento adjuvante após a gengivectomia para promover a cicatrização de feridas e reduzir o desconforto do

paciente. Os estudos indicam que este tratamento pode acelerar a cicatrização, reduzir a dor pós-operatória e melhorar os resultados clínicos e histológicos após a gengivectomia. Seus efeitos benéficos na promoção da cicatrização de feridas podem torná-la uma escolha valiosa como parte do protocolo de tratamento pós-operatório para pacientes submetidos a esse procedimento periodontal (ABESI; DERIKVAND, 2023).

### 3.22 ENDODONTIA

Na terapia com a técnica do uso do laser de baixa potência é empregado radiações eletromagnéticas com comprimentos de ondas visíveis (380-700nm), podendo também nas medidas de (700 – 070 nm) na área próxima do infravermelho que demonstrar pequena absorção em água, permitindo assim, que se obtenha uma profundidade de penetração de 3-15mm em região de tecidos moles e duros. A média de utilização de potência de radiação na endodontia é entre 250 e 500 mW ou menos de 250 mW. Os lasers mais empregados na área são os de Rubi, Argônio, Hélio/Néon, Criptônio, Gálio/Alumínio/Arsenieto, Alumínio/Gálio/Índio/Fosfeto e Gálio/Arsenieto (VAHDATINIA *et al.* 2019).

#### 3.22.1 Capeamento Pulpar Direto

A terapia tem se tornado uma etapa fundamenta na técnica de capeamento pulpar direto (CPD), por apresentar resultados significativos e benéficos no controle e redução da inflamação e da dor, no processo de aceleração do processo de cicatrização de feridas e no estímulo para formação de tecido dentinário duro. Apesar disso, muitos estudos e pesquisas nessa área são realizados através de estudos em animas e in vitro (VAHDATINIA *et al.* 2019).

Alguns ainda mostram que a técnica correta e os tipos de materiais empregados no CPD são mais cruciais do que a aplicação da radiação do laser para o sucesso da técnica, mas ainda são necessários mais estudos in vitro e in vivo para melhores informações e resultados (VAHDATINIA *et al.* 2019).

### 3.22.2 Dor Pós-operatória Após Tratamento Endodôntico

Após o tratamento endodôntico é possível apresentar sintomas de dor e essa sintomatologia ocasionar interferência na qualidade de vida dos pacientes. Essa dor pode ser causada pela técnica utilizada, pelo preparo químico-mecânico dos canais radiculares ou danos microbianos ao tecido pulpar ou aos tecidos adjacentes ao ápice radicular, ocorrendo principalmente após retratamento do canal radicular.

Estudos puderam relatar e apresentar métodos com resultados satisfatórios para alívio e redução da dor, por ser realizado técnica com baixo custo, poucos efeitos colaterais e técnica não invasiva (VAHDATINIA *et al.* 2019).

A TLB após o tratamento endodôntico pode ser benéfica, inclusive, em pacientes com periodontite apical sintomática. A aplicação da terapia por 30 segundos nos tecidos ao redor do ápice das raízes mesial e distal, utilizaram laser 970 nm com fibra óptica de 200  $\mu\text{m}$  e 10 mm ao redor do ápice no tecido com ponta clareadora, ativada a 0,5 W e 10 Hz mostrou resultados satisfatórios (YILDIZ *et al.* 2007)

Efeitos limitados são apresentados no controle e na diminuição da dor relacionada com o retratamento do canal radicular nos primeiros e segundos molares. Porém, pode-se concluir que a TLB promove atraso na dor que o paciente pode sentir, junto a redução da gravidade e tempo de dor (VAHDATINIA *et al.* 2019).

A ação do laser é considerada eficaz no controle da dor após retratamento radicular, pois ela realiza sua através do aumento da síntese de prostaglandinas anti-inflamatórias, imunoglobulinas, beta-endorfinas e linfocinas, inibindo também fatores inflamatórios e neurotransmissores que estão diretamente ligados à sintomatologia dolorosa (VAHDATINIA *et al.* 2019).

Ainda, nos procedimentos de cirurgia endodôntico, o emprego da terapia tem apresentado grande importância para a redução e controle da dor, inchaço e cicatrização dos tecidos moles e duros presentes na cavidade oral. Deve ser analisado as seguintes características para o laser: Diodo de 680 ou 810 nm, potência de saída de 50-75 ou 129 mW, densidade de energia de 3 – 7,5 J/cm<sup>2</sup>, com irradiação por um período de tempo entre 3 a 600 segundos, nas superfícies bucal e palatina, realizando

movimento de varredura, em uma área de irradiação de 9-10 cm<sup>2</sup>, no momento do procedimento e nos 1-7 dias consecutivos (VAHDATINIA *et al.* 2019)

Guia de protocolo para TFD em endodontia, segundo Aranha (2021):

- Comprimento de onda: vermelho.
- Energia: azul de metileno 0,01% + laser vermelho 9,0 J.
- Modo de irradiação:

Preenchimento do canal com azul de metileno com seringa hipodérmica e agulhas de calibre compatíveis com a luz dos canais, para que a ponta atinja o terço médio dos canais. Esperar 3 minutos (tempo de pré-irradiação).

Dica: embeber cones de papel absorvente no azul de metileno e deixar dentro do canal radicular.

- Irradiação com laser de baixa potência/movimentos helicoidais do ápice até a cervical, por 90 segundos em cada canal.
- Irrigação com 5 ml de solução salina para remoção do corante.
- Aspiração com cânulas de médio calibre.
- Preenchimento do canal com hidróxido de cálcio ou obturação.
- Objetivo: descontaminação dos canais radiculares por meio de terapia fotodinâmica antimicrobiana.
- Dicas: corte a ponta da fibra, se necessário, e acople à peça de mão do aparelho.
- Potência no display: 100 mW, potência aferida na saída da fibra: 100 mW, considerando a perda de 25% da energia em razão do sistema de entrega do feixe (fibra óptica). A energia total será de 9,0 J.

Introdução da fibra no canal o mais apicalmente possível, acionamento do feixe, trajetória helicoidal do ápice para a coroa e vice-versa, continuamente, promovendo leve agitação do corante, sendo cada canal irradiado por 90 segundos.

### 3.22.3 Clareamento Dental

Durante e após a técnica utilizada no procedimento de clareamento dental realizado em consultório, frequentemente o paciente pode apresentar sensibilidade dentinária aumentada e com o uso da técnica de TLB pode-se ter redução da sensibilidade pós-operatória, por ser um método eficaz e não ser necessário uso de medicamentos e métodos medicamentosos (VAHDATINIA *et al.* 2019).

Os estudos disponíveis apresentam como objetivo avaliar o efeito do tratamento nas células odontoblásticas e sua resposta ou em promover neutralização de subprodutos do clareamento em gel. Porém, a terapia com lasers resulta na redução da sensibilidade dentinária após clareamento realizado em consultório, nas propriedades de radiação do laser de diodo: 780 nm ou 810 nm, com potência de 70 a 200 mW, por um curto período de tempo, entre 10 a 015 segundos e densidade de energia a 12 J/cm<sup>2</sup> (VAHDATINIA *et al.* 2019).

### 3.22.4 Sensibilidade Pós-operatória em Restaurações

A sensibilidade dentária após restaurações com compósito é um problema comum, geralmente causado pela contração de polimerização. Essa contração pode criar microfissuras e tensões na interface entre o dente e o material restaurador, resultando em dor e desconforto para o paciente. Embora várias estratégias tenham sido propostas para reduzir essa sensibilidade, a solução ideal ainda está sendo investigada (VAHDATINIA *et al.* 2019).

Uma abordagem recente e promissora é o uso de lasers de baixa potência. Um estudo realizado por Moosavi *et al.* mostrou que a aplicação de um laser de 630 nm com potência de 28 mW, em modo contínuo, durante 60 segundos e com densidade de energia de 1,68 J, pode reduzir significativamente a sensibilidade pós-operatória em restaurações compostas de classe V (VAHDATINIA *et al.* 2019).

O protocolo específico utilizado por Moosavi *et al.* ajuda a aliviar a dor e promove a regeneração tecidual, resultando em uma menor percepção de sensibilidade pelo paciente. A eficácia dessa técnica na redução da sensibilidade pós-operatória sugere que a TLB pode ser uma estratégia valiosa para manejar a sensibilidade em

restaurações dentárias profundas. Portanto, MOOSAVI *et al.* recomendaram o uso desta terapia em cavidades profundas para melhorar o conforto pós-operatório dos pacientes (VAHDATINIA *et al.* 2019).

Implementar essa técnica pode ser especialmente útil em casos em que outras intervenções não tiveram sucesso, oferecendo uma alternativa eficaz e não invasiva para gerenciar a sensibilidade dentária associada às restaurações com compósito (VAHDATINIA *et al.* 2019).

### 3.22.5 Eficiência da Anestesia por Fotobiomodulação na Preparação Cavitária

Considerando a importância de garantir uma anestesia de alta qualidade durante a maioria dos procedimentos odontológicos, é essencial explorar métodos não medicamentosos e não invasivos. Estudos sugerem que a TLB pode proporcionar anestesia efetiva, com eficácia variando de 60% a 95% (VAHDATINIA *et al.* 2019).

Nesse contexto, EFTHYMIOU *et al.* propuseram um protocolo utilizando um laser de diodo de 810 nm com potência de 250 mW. O protocolo recomenda a aplicação de uma densidade de energia de 53,3 J/cm<sup>2</sup> em cada lado do dente por 60 segundos, totalizando 120 segundos (60 segundos no lado bucal e 60 segundos no lado lingual) em modo contínuo. Esse método mostrou-se eficaz para alcançar uma anestesia de boa qualidade durante a escavação dentária convencional (VAHDATINIA *et al.* 2019).

Além disso, outro estudo explorou o uso deste tratamento com um laser Er:YAG de 2.940 nm, aplicando uma energia de 60 mJ e frequência de 20 Hz a uma distância de 2 mm da superfície do dente. Este protocolo foi eficaz para atingir um nível adequado de anestesia antes do preparo cavitário de dentes decíduos com o laser Er:YAG (VAHDATINIA *et al.* 2019).

Esses estudos indicam que a fotobiomodulação pode ser uma alternativa promissora e não invasiva para alcançar anestesia eficaz em procedimentos odontológicos, melhorando o conforto do paciente sem a necessidade de métodos tradicionais (VAHDATINIA *et al.* 2019).

A ulceração traumática relacionada à prótese ou estomatite protética é uma preocupação crescente, especialmente com o aumento da expectativa de vida e a procura por terapias protéticas, como próteses removíveis, para restaurar a função oral. A formação de úlceras orais é um efeito colateral comum do uso dessas próteses. O adelgaçamento da mucosa oral e sua maior vulnerabilidade, especialmente em idosos, juntamente com infecções por candidíase, são as causas mais comuns dessas úlceras. Além disso, o uso de próteses antigas e mal ajustadas pode causar ulcerações traumáticas (VAHDATINIA *et al.* 2019).

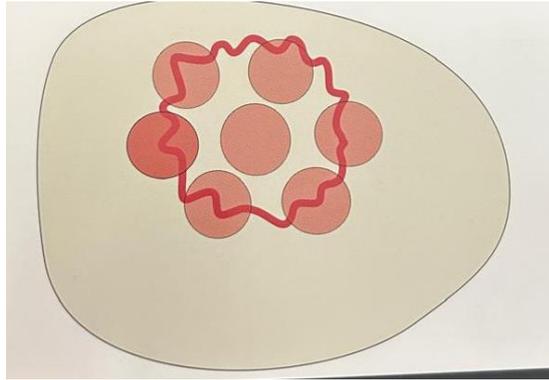
Na primeira etapa do tratamento, é fundamental corrigir margens e defeitos oclusais das próteses. No caso da estomatite protética, onde a infecção por *Candida* é uma causa comum de úlceras orais, o uso de agentes antifúngicos como nistatina, anfotericina B ou clotrimazol é prioritário. Quando as úlceras são dolorosas, a aplicação de agentes tópicos, como anestésicos ou gel de óxido de glicerol triester, é necessária (VAHDATINIA *et al.* 2019).

Portanto, a TLB é considerada um tratamento útil para a cicatrização de úlceras locais. Pesquisas clínicas demonstraram que ela pode reduzir significativamente o crescimento de *Candida albicans*, a principal causa da estomatite, e diminuir a inflamação tecidual sem efeitos colaterais adversos. Estudos anteriores mostraram sucesso com o uso de lasers de diodo com comprimento de onda de 685–830 nm e potência de saída de 60 mW, aplicando uma densidade de energia de 3,0 J/cm<sup>2</sup> e um tempo de exposição de 5–10 minutos, sem contato (VAHDATINIA *et al.* 2019).

Guia de alguns protocolos de terapia de laser de baixa potência na odontologia, segundo Aranha (2021):

Afta/Úlcera Traumática (sem dor):

- Comprimento de onda: vermelho.
- Energia: 1,0 J/ponto.
- Modo de irradiação: um ponto no centro da afta e, dependendo do tamanho, pontos ao redor (tantos quantos forem necessários para abranger toda a lesão); duas irradiações com intervalo de, no máximo, 48 horas.
- Objetivo: efeito modulador/reparo do tecido.



**Figura 14- Pontos de aplicação do laser de baixa potência para afta ou úlcera traumática, pontos de irradiação ao redor da afta.**

**Fonte: Aranha (2021)**

Afta/Úlcera Traumática (com dor):

- Comprimento de onda: infravermelho.
- Energia: 1,0 -2,0 J/ponto.
- Modo de irradiação: um ponto no centro da afta e, dependendo do tamanho, pontos ao redor da afta. Irradiações diárias até a remissão completa da dor.
- Objetivo: efeito analgésico e reparador.

Alveolite:

- Comprimento de onda: infravermelho.
- Energia: 2,0 J/ponto.
- Modo de irradiação: ao redor da região afetada e sobre a cadeia linfática (drenagem da região acometida); duas irradiações com intervalo de, no máximo, 48 horas, até a remissão completa da dor.
- A irradiação deve ser realizada sobre o alvéolo. Não há necessidade de inserir a ponta do laser no interior dele, pois poderá haver trauma mecânico na área afetada.
- Tecido com contaminação: realizar terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT): laser vermelho 9,0 J + azul de metileno 0,01%.
- Objetivo: obter efeito analgésico e anti-inflamatório.



**Figura 15- Pontos de aplicação do laser de baixa potência para alveolite ao redor da região afetada.**

**Fonte: Aranha (2021)**

Nevralgia do trigêmeo:

- Comprimento de onda: infravermelho.
- Energia: 3,0 -5,0 J/ponto.
- Modo de irradiação: irradiar o trajeto do nervo trigêmeo, 2 a 3 vezes por semana, enquanto o paciente reportar dor. Começar com a dose mais baixa e ir aumentando.
- Objetivo: diminuir sintomatologia dolorosa/dor nevrálgica, relaxamento muscular e reparação do tecido nervoso lesionado.



**Figura 16- Pontos de aplicação do laser de baixa potência para parestesia ou paralisia facial na região mandibular.**

**Fonte: Aranha (2021)**

Parestesia/Paralisia:

- Comprimento de onda: infravermelho.
- Energia: 3,0 – 4,0 J/ponto (iniciar com protocolo mais baixo).

- Modo de irradiação: irradiar em todo o trajeto do nervo comprometido, 2 a 3 vezes por semana. Avaliar em 6-10 sessões a progressão ou estabilização da resposta clínica.

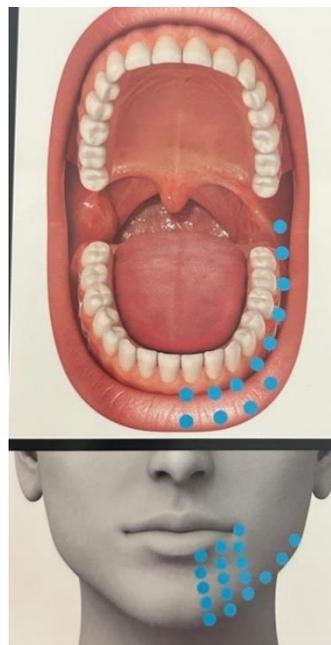
Observação: higienizar a pele com gaze umedecida em soro fisiológico para remover possíveis substâncias cosméticas.

Pontos intraorais:

- 4 pontos na região do trígono retromolar.
- Pontos na mucosa jugal.
- Pontos na mucosa labial.
- Seguir trajeto do nervo alveolar inferior pelo rebordo vestibular e lingual.
- Nervo mentoniano.

Pontos extraorais:

- Seguir o trajeto do nervo alveolar inferior e mentoniano.

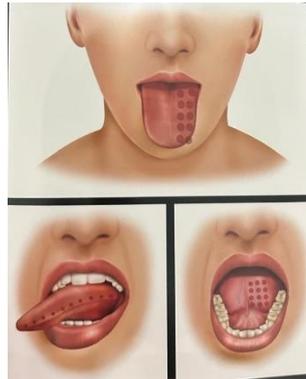


**Figura 17 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para parestesia ou paralisia facial com pontos intraorais na região do trígono retromolar; mucosa jugal; mucosa labial; no trajeto do nervo alveolar inferior pelo rebordo vestibular e lingual, e pontos extraorais na região do trajeto do nervo alveolar inferior e mentoniano.**

**Fonte: Aranha (2021)**

Parestesia lingual:

- Comprimento de onda: infravermelho.
- Energia: 3,0 – 4,0 J/ponto (iniciar com energia mais baixa).
- Modo de irradiação: abranger dorso, ventre e lateral da língua (tracionando-a delicadamente com uma gaze), seguir o trajeto do nervo alveolar inferior duas vezes na semana.

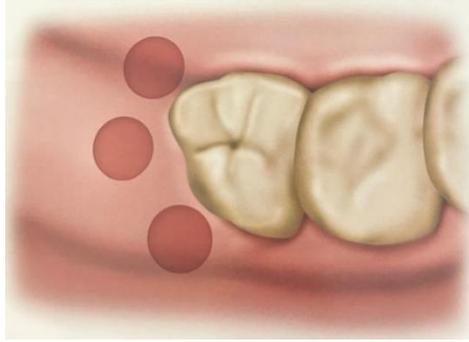


**Figura 18 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para parestesia lingual com pontos de irradiação no dorso, ventre e lateral da língua.**

**Fonte: Aranha (2021)**

Pericoronarite:

- Comprimento de onda: vermelho.
- Energia: azul de metileno 0,01% + laser vermelho, 9,0J/ponto.
- Modo de irradiação: limpar a região e, em seguida, com auxílio de uma seringa, injetar o azul de metileno sobre o tecido inflamado, aguardar 5 minutos e irradiar a região com auxílio de fibra óptica por 60 segundos em varredura e também sem fibra óptica sobre o tecido edemaciado.
- Objetivo: descontaminação do tecido por meio de terapia fotodinâmica antimicrobiana.

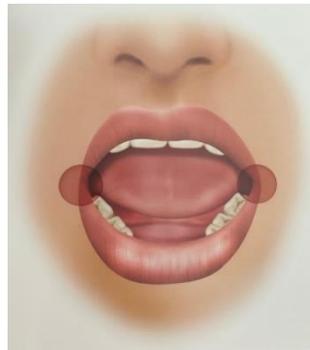


**Figura 19- Pontos de aplicação do laser de baixa potência para pericoronarite na região afetada.**

**Fonte: Aranha (2021)**

Queilite angular:

- Comprimento de onda: vermelho.
- Energia: azul de metileno 0,005% + laser vermelho, 4,0 J.
- Modo de irradiação: limpar a região e, em seguida, aplicar o azul de metileno sobre a lesão, aguardar 5 minutos e irradiar a lesão por 40 segundos. Avaliar 24 horas e caso a lesão ainda esteja presente, repetir o procedimento.
- Objetivo: descontaminação do tecido por meio de terapia fotodinâmica antimicrobiana.



**Figura 20 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para queilite angular na região de comissura labial direita e esquerda.**

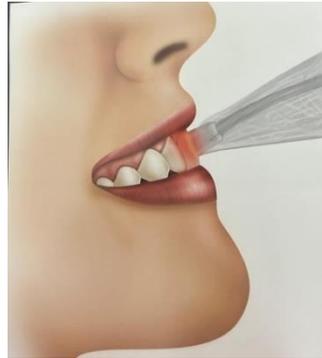
**Fonte: Aranha (2021)**

Sensibilidade Pós-Clareamento Dental:

- Comprimento de onda: infravermelho.
- Energia: 1,0 J/ponto.
- Modo de irradiação: aplicação de um ponto na face vestibular dos dentes clareados e um ponto no fundo de sulco/ápice. Irradiar após cada sessão de clareamento de consultório, com intervalo de uma semana entre elas.

- Para a sensibilidade pós-clareamento caseiro, irradiar por três sessões consecutivas.

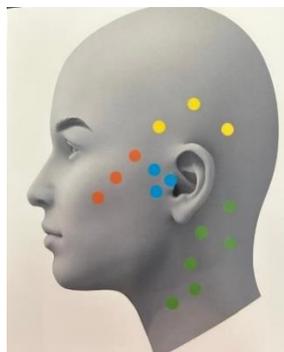
Sugere-se utilizar o laser de baixa potência associado com as molderias de nitrato de potássio pré-fabricadas (UltraEz, Ultradent).



**Figura 21- Pontos de aplicação do laser de baixa potência para sensibilidade pós-clareamento dental na vestibular dos dentes afetados.**  
**Fonte: Aranha (2021)**

Trismo:

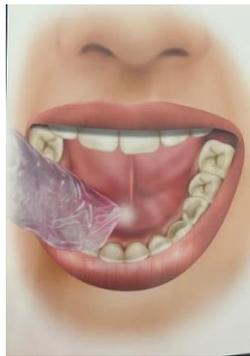
- Comprimento de onda: infravermelho.
- Energia: 3,0 – 4,0J.
- Posologia: 2 a 3 vezes na semana até os sintomas de dor desaparecerem.
- Pontos sobre a região da articulação, pontos gatilhos e músculos envolvidos (ver DTM).
- Objetivo: analgésico, anti-inflamatório, relaxante muscular.



**Figura 22- Pontos de aplicação do laser de baixa potência para disfunção temporomandibular.**  
 Em amarelo na região do músculo temporal; azul na região do processo condilar; verde na região do músculo esternocleidomastóideo; vermelho na região de ponto-gatilho para dor.  
**Fonte: Aranha (2021)**

Xerostomia:

- Comprimento de onda: infravermelho.
- Energia: 1,0 J.
- Modo de irradiação: diretamente sobre as glândulas maiores acometidas (4 a 5 pontos); aplicações com intervalos de 3-4 dias.
- Objetivo: estimular as glândulas a secretar saliva.



**Figura 23 - Pontos de aplicação do laser de baixa potência para xerostomia com aplicação sobre as glândulas salivares na região de soalho bucal.**

**Fonte: Aranha. (2021)**

### 3.23 MECANISMO DE AÇÃO (DIFERENÇA DO VERMELHO PRO INFRAVERMELHO)

Os lasers de baixa potência não promovem elevação de temperatura no tecido que é exposto à irradiação. Seus efeitos podem ser observados em nível celular e molecular. Do ponto de vista clínico, ao utilizar o laser de baixa potência, podemos perceber a redução da dor, a modulação do processo inflamatório e a biomodulação dos tecidos irradiados (ARANHA, 2021).

Os lasers de baixa potência que são empregados na odontologia emitem fótons nas faixas do vermelho visível (600 a 700 nm) e do infravermelho (700 a 950 nm) do espectro eletromagnético. Comercialmente, os lasers de comprimento de onda vermelho operam em torno de 660 nm, enquanto os de infravermelho estão na faixa de 780 a 808 nm. Cada faixa de comprimento de onda tem uma interação específica com os tecidos biológicos, resultando em indicações distintas para cada uma delas. Os lasers de comprimento de onda vermelho tendem a atuar de forma mais superficial,

enquanto os de infravermelho permitem uma penetração mais profunda nos tecidos. Essa diferença está relacionada à absorção de cada comprimento de onda pelos cromóforos presentes nos tecidos (ARANHA, 2021).

<p>Comprimento de onda <b>vermelho</b></p> <p><b>Reparação de tecido mole e cicatrização</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Comprimento de onda de 400 a 600 nm.</li> <li>↳ Principais cromóforos são a hemoglobina e a melanina.</li> <li>↳ Penetração da luz por volta de 0,5 a 2,5 mm no tecido.</li> </ul>
<p>Comprimento de onda <b>infravermelho</b></p> <p><b>Quadro de dor, edema, reparação óssea e nervosa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↳ Comprimento de onda de 600 a 1.500 nm [infravermelho próximo].</li> <li>↳ Janela terapêutica próximo aos 810 nm [maior penetração].</li> <li>↳ Penetração por volta de 8 a 10 mm.</li> <li>↳ Principais cromóforos são água e hidroxiapatita.</li> </ul>

**Figura 24- Características de cada comprimento de onda dos lasers de baixa potência**  
**Fonte: Aranha (2021)**

O conceito de cromóforo se refere a uma substância que contém uma grande quantidade de elétrons, capacitando-a a absorver energia ou luz visível. Alguns exemplos de cromóforos encontrados em nosso organismo incluem a hidroxiapatita, a água, a melanina, a hemoglobina e certas enzimas e proteínas, como a citocromo C oxidase presente na cadeia respiratória, que absorve luz na faixa de comprimento de onda do vermelho (ARANHA, 2021).

Karu e Smith apresentaram estudos com embasamento científico, que se propõem a explicar que a luz laser provoca alterações fotoquímicas e fotofísicas nos fotorreceptores presentes nas mitocôndrias e nas membranas celulares, respectivamente. Esses sinais são então transmitidos para outras partes da célula, resultando em um aumento na produção de trifosfato de adenosina, também conhecido como ATP, que é o nucleotídeo responsável pelo armazenamento de energia em suas ligações químicas (ARANHA, 2021).

Como resultado, os efeitos clínicos alcançados com a utilização dos lasers incluem analgesia, modulação da inflamação e biomodulação, que envolve a aceleração de atividades celulares, como a proliferação celular. O laser promove o aumento da produção de  $\beta$ -endorfina e a redução da transmissão do impulso nervoso, proporcionando alívio da dor, além de aumentar o fluxo sanguíneo, facilitando a drenagem de substâncias inflamatórias e sua subsequente modulação. Entre os benefícios terapêuticos do laser, destacam-se a aceleração dos processos de reparação tecidual, regeneração óssea e restauração da função (ARANHA, 2021).

Os resultados clínicos da fotobiomodulação estão intrinsecamente ligados à escolha adequada do comprimento de onda e à implementação de protocolos de irradiação precisos, que incluem dosagem adequada, método de entrega da energia e frequência de tratamento. Quando a luz interage com células ou tecidos, pode estimular diversas funções celulares. A energia dos fótons de uma radiação laser absorvida por uma célula é convertida em energia bioquímica e utilizada na cadeia respiratória, resultando em efeitos biomoduladores como aumento da síntese de proteínas, produção de ATP, expressão gênica, proliferação e migração celular, entre outros. Estudos in vivo também demonstraram aumento da microcirculação local e alterações no sistema linfático (ARANHA, 2021).

Desde sua descoberta, as propriedades terapêuticas dos lasers têm sido objeto de estudo, com destaque para sua capacidade analgésica. Esta última tem sido observada principalmente no tratamento da dor crônica de várias origens, abrangendo desde os receptores periféricos até o estímulo no sistema nervoso central (CATÃO, 2004).

Conforme estudos de Genovese, os efeitos biológicos induzidos pelo laser de baixa potência nos tecidos envolvem a absorção de energia luminosa, que se converte em energia vital. Essa transformação resulta em efeitos primários (diretos), secundários (indiretos) e terapêuticos gerais, os quais promovem ações analgésicas, anti-inflamatórias e cicatrizantes. (GENOVESE, 2000).

A luz laser atua nas células e tecidos na dose apropriada, ocorre a estimulação de diversas funções celulares. Isso inclui a ativação de linfócitos e mastócitos, o aumento na produção de ATP mitocondrial e a proliferação de diferentes tipos de

células. Esses processos promovem efeitos anti-inflamatórios nos tecidos da cavidade oral (CATÃO, 2004; ROCHA JUNIOR, 2007).

Os efeitos anti-inflamatórios e que ocasionam em diminuição dos edemas proporcionados pelo laser são alcançados através da promoção da microcirculação, o que leva a mudanças na pressão hidrostática capilar. Isso resulta na reabsorção do edema e na eliminação do acúmulo de metabólitos intermediários (CAMELO, 2007).

A monocromaticidade e a intensidade da luz laser resultam através da excitação seletiva de átomos e moléculas. Algumas pesquisas têm sugerido que a radiação laser aumenta a porcentagem de componentes moleculares gerados durante uma reação química. Outros estudos indicam que a terapia a laser eleva os níveis de ácido ascórbico nos fibroblastos, o que por sua vez aumenta a produção de hidroxiprolina e, conseqüentemente, a síntese de colágeno. Isso ocorre porque o ácido ascórbico atua como um cofator essencial para a hidroxilação da prolina durante a formação do colágeno. (CONLAN, 1996).

Dentre os resultados bioestimulantes que são promovidos pelo laser de baixa potência no processo de reparo tecidual, incluem-se: a estimulação da atividade mitótica das células epiteliais e dos fibroblastos; o estímulo à produção de colágeno por essas células; a redução na secreção de alguns mediadores químicos; a modificação da densidade capilar; e o aumento da microcirculação local. (SILVA *et al.* 2007; MALUF *et al.* 2006; CONLAN, 1996; WALSH, 1997).

No nível vascular, o laser de baixa potência promove a proliferação das células endoteliais, resultando na formação de uma rede densa de vasos sanguíneos e na produção aumentada de tecido de granulação. Além disso, estimula o relaxamento da musculatura vascular lisa, contribuindo assim para os efeitos analgésicos da terapia a laser. O laser de baixa potência desempenha um papel significativo no processo de reparo alveolar após a extração dentária, uma vez que influencia de maneira marcante os osteoblastos em cultura. Isso se reflete nos processos de proliferação, diferenciação e calcificação dessas células (WALSH, 1997).

Em certos estudos sobre neoformação óssea, sugere-se que o efeito bioestimulante do laser não se deve apenas às suas propriedades específicas, mas também à criação de condições locais favoráveis que aceleram a formação óssea e a redução de edemas. Para que o laser de baixa potência produza um efeito biológico,

é necessário que seu feixe de luz seja absorvido pelo tecido-alvo. Os componentes teciduais mais relevantes para a absorção da energia emitida pelos feixes de luz vermelha e/ou infravermelha do laser terapêutico são as proteínas (MALUF *et al.* 2006; ROMÃO, 2015).

## 4 DISCUSSÃO

O laser de baixa potência apresenta importância significativa para o dia a dia clínico e tem sido amplamente utilizado nos resultados de procedimentos na odontologia. Ainda há muito a se discutir sobre esse assunto, devido a dificuldades e ausência de protocolos de tratamento definidos para o uso do laser como frequência, potência, comprimento de onda e tempo de irradiação com o intuito de realizar otimização da técnica.

Em uma investigação comparativa, Renno *et al.* (2007) relataram que entre a administração da TLB a osteoblastos normais e células de osteossarcoma, utilizando uma variedade de comprimentos de onda e doses, foi observado que apenas 10 J/cm<sup>2</sup> de um laser de 830 nm foi capaz de aumentar a proliferação de osteoblastos, enquanto densidades de energia de 1 J/cm<sup>2</sup>, 5 J/cm<sup>2</sup> e 10 J/cm<sup>2</sup> de um laser de 780 nm reduziram a proliferação. As células de osteossarcoma não foram afetadas pela irradiação do laser de 830 nm, enquanto o laser de 670 nm teve um leve efeito proliferativo (ROBIJNS *et al.* 2022).

Outro estudo também observou aumento da proliferação celular em células de carcinoma HEP2 após exposição à TLB em diferentes comprimentos de onda (685 nm e 830 nm) e doses (WERNECK *et al.* 2005).

Um estudo realizado *in vitro* comparou os efeitos de diferentes doses de terapia fotobiomoduladora em vários comprimentos de onda em linhagens celulares de carcinoma de mama humano e melanoma (POWELL *et al.* 2010). Enquanto algumas doses aumentaram a proliferação das células do carcinoma de mama, exposições múltiplas não apresentaram efeito ou mostraram relações dose-resposta negativas. A administração da TLB (660 nm) em doses baixas (1 J/cm<sup>2</sup>) aumentou a proliferação *in vitro* e possivelmente intensificou o potencial invasivo das células do carcinoma espinocelular da língua (GOMES, 2014; ROBIJNS *et al.* 2022).

De maneira semelhante, outro estudo *in vitro* sugeriu que a terapia (660 nm ou 780 nm, 40 mW, 2,05, 3,07 ou 6,15 J/cm<sup>2</sup>) pode estimular células displásicas orais e câncer oral, modulando a via de sinalização Akt/mTOR/CyclinD1 para promover um comportamento mais agressivo (SPERANDIO *et al.* 2013; ROBIJNS *et al.* 2022).

A exposição à TLB em três linhagens celulares de carcinoma de cabeça e pescoço resultou na proliferação celular em cada linhagem tumoral, porém não em um controle de tecido normal (BAMPS; NUYTS 2018; ROBIJNS *et al.* 2022).

Uma revisão sistemática apresentada por Da Silva *et al.* (2020) destacou que o efeito da TLB nas células tumorais depende consideravelmente dos parâmetros utilizados. E ainda, embora seja reconhecido os limites de generalizar conclusões com base em ensaios *in vitro*, seria imprudente ignorar a possibilidade de que a TLB possa, em determinados casos, impactar negativamente o comportamento tumoral. Investigar e compreender como tal procedimento pode modular o comportamento do tumor, tanto de forma positiva quanto negativa, é uma prioridade de pesquisa.

A investigação direta sobre os efeitos da radiação da laserterapia na resposta tumoral é limitada. No entanto, assim como ocorre com outras formas de terapia citotóxica contra o câncer, é provável que a TLB tenha a capacidade de influenciar a resposta do tumor à radiação de maneiras complexas, não apenas por meio da dose, frações e tempo de aplicação da laserterapia ou radioterapia (RT), mas também pela natureza do tumor (ROBIJNS *et al.* 2022).

Embora os dados sejam escassos e limitados a sistemas *in vitro*, há evidências que indicam que, em certos casos, a TLB pode atuar como um radiosensibilizador (DJAVID, 2017). Foi observado que altas fluências (120 J/cm<sup>2</sup>) aumentam positivamente a atividade da survivina, um membro da família dos inibidores do apoptose (IAP), que desempenha um papel na autoproteção durante a apoptose das células tumorais (CHU & XING, 2010; ROBIJNS *et al.* 2022).

Em um estudo *in vitro*, realizado por Schartinger, Galvan, Riechelmann, & Dudas (2012), foi observado um efeito pró-apoptótico em células de carcinoma espinocelular oral (OSCC) na ausência de radiação, sem que fossem observados efeitos anti-apoptóticos que pudessem promover a resistência das células tumorais à terapia do câncer. O aumento do apoptose em células de osteossarcoma humano também foi induzido pela administração de luz infravermelha próxima (LIP) (810 nm, contínua, 20 mW/cm<sup>2</sup>, 1,5 J/cm<sup>2</sup>) antes da terapia fotodinâmica mediada por NPe6, resultando em um aumento do ATP celular e maior captação do fotossensibilizador (TSAI *et al.* 2015; ROBIJNS *et al.* 2022).

Em relação ao potencial de aprimoramento da radioterapia (RT) e da terapia com compostos ionizantes, um estudo realizado por Schaffer *et al.*, 2000, demonstrou que a TLB aplicada pouco antes da RT aumentou o fluxo sanguíneo locorregional, contribuindo para uma melhor oxigenação local. Em contraste, um estudo utilizando um modelo ortotópico de carcinoma espinocelular de cabeça e pescoço (CECP) em camundongos mostrou que a TLB não protegeu o tumor dos efeitos citotóxicos da RT (BARASCH *et al.* 2020; ROBIJNS *et al.* 2022).

Por outro lado, foi observado por Schaffer *et al.*, 2000, uma diminuição na taxa mitótica no CECP gengival após a aplicação de TLB a 805 nm e densidades de energia de 4 J/cm<sup>2</sup> e 20 J/cm<sup>2</sup>, enquanto nenhum efeito na proliferação celular ou expressão proteica foi encontrado em células de osteossarcoma quando a terapia foi administrada com comprimento de onda de 830 nm, conforme apresenta Coombe (2001). Os pesquisadores Liu *et al.* (2004) mostram que a TLB (808 nm; 5,85 e 7,8 J/cm<sup>2</sup>) teve um efeito inibitório na proliferação de uma linhagem de células de hepatoma humano. Já em outro estudo, em que Sroka *et al.* (1999) realizaram com células de glioblastoma/astrocitoma demonstrou uma ligeira diminuição na taxa mitótica após a laserterapia a 805 nm e doses de 5–20 J/cm<sup>2</sup>. Similarmente, a irradiação com laser de 808 nm com uma densidade de energia superior a 5 J/cm<sup>2</sup> inibiu a proliferação celular de células de glioblastoma *in vitro* (MURAYAMA *et al.* 2012). Além disso, um estudo observou a inibição do crescimento de linhagens celulares de câncer em doses cumulativas relativamente elevadas com a TLB (AL-WATBAN E ANDRES, 2012; ROBIJNS *et al.* 2022).

Este cenário levou Crous e Abrahamse (2013) a levantar a hipótese de que a terapia fotobiomoduladora poderia ter um potencial terapêutico no tratamento do câncer de pulmão. A administração em uma dose de 150 J/cm<sup>2</sup> pareceu segura, com apenas efeitos menores na proliferação das células de melanoma B16F10 *in vitro*, e não teve um efeito significativo no crescimento do tumor *in vivo*. Apenas uma alta densidade de potência (2,5 W/cm<sup>2</sup>), combinada com uma dose muito elevada de 1050 J/cm<sup>2</sup>, foi capaz de induzir o crescimento do tumor melanoma *in vivo* (FRIGO *et al.* 2009). Relatos recentes de estudos *in vitro* sugerem o favorecimento da progressão tumoral para o carcinoma espinocelular oral (CECO) através da ativação da via Akt/mTOR, aumento da proliferação celular e migração celular, embora haja também relatos de redução no crescimento do tumor (SPERANDIO, 2013; BAMPS; NUYTS,

2018; DA SILVA *et al.* 2020; SCHALCH, 2019; OTTAVIANI, 2016). Esses resultados controversos, aliados ao fato de serem avaliações *in vitro*, podem ser atribuídos às diferenças nos parâmetros mal documentados e nos sistemas experimentais de modelos (por exemplo, confluência celular, condições do meio etc.) (SILVEIRA *et al.* 2019). É importante ressaltar que os resultados que sugerem o aumento do tumor pela TLB não foram replicados em outros estudos (ROBIJNS *et al.* 2022).

Protocolos validados e baseados em evidências para melhorar a estabilidade do implante por meio da TLB ainda não existem. Os dentistas carecem de orientações sobre como selecionar um sistema de laser apropriado e prescrever uma dose ideal. As configurações podem ser otimizadas com segurança para se adequar às diversas propriedades ópticas dos tecidos humanos e do titânio (SOURVANOS *et al.* 2023).

É importante destacar que não há um protocolo fixo para a dosagem de laser na Harmonização Orofacial (HOF), a dosagem utilizada é determinada individualmente com base nas necessidades específicas de cada paciente, levando em consideração fatores como a quantidade de gordura, a condição da pele, a idade e o tom de pele. À medida que a pele envelhece, ocorrem mudanças nutricionais no tecido devido à redução do fluxo sanguíneo. (LIZARELLI; KRAUL, 2020).

Devido à falta de dados definitivos sobre a sobrevivência a longo prazo e à complexidade envolvida na capacidade de resposta do tumor, é responsabilidade do médico fornecer ao paciente informações precisas sobre os potenciais benefícios e riscos associados à TLB. Sendo notório o grande potencial dessa terapia na população oncológica, pesquisas pré-clínicas e clínicas abrangentes são essenciais para uma compreensão completa dos parâmetros que influenciam os efeitos do tumor e a resposta dos pacientes aos benefícios da terapia (ROBIJNS *et al.* 2022).

Quanto a proteção e reparação de lesões de herpes simples manifestadas ainda é necessário mais estudo para melhores informações (ARANHA, 2021).

Apesar da literatura apresentar Evidências recentes que demonstram que tanto a TLB quanto a TLA são eficazes no alívio da dor e na cicatrização de feridas, muitas vezes em uma única aplicação, sem efeitos colaterais aparentes (NGEOW *et al.* 2022). A literatura revela que não há um protocolo padrão estabelecido para terapia com laser de alta ou baixa intensidade. Apesar das variações nos comprimentos de

onda, doses, potência, frequências e extensão das lesões, os efeitos dessas terapias são consistentemente positivos tanto na cicatrização de feridas quanto no controle da dor (NGEOW *et al* 2022).

Até o momento, não existe um material ideal que possa ser inserido em uma cavidade lesada e promover proteção à polpa, estimulando a produção de dentina terciária. Apenas o laser de baixa potência tem sido reconhecido por desempenhar essa função. No entanto, é importante considerar que a preservação das células odontoblásticas deve ser o principal objetivo no tratamento restaurador (ARANHA, 2021).

Na literatura atual, há poucos estudos sobre protocolos clínicos longitudinais e multicêntricos para a irradiação de cavidades após o preparo cavitário e antes do procedimento restaurador, visando evitar a sensibilidade pós-operatória. Até o momento, não há um protocolo bem-estabelecido, no entanto, a maioria dos estudos publicados utiliza um protocolo com potência fixa em 100mW e energia de 1,0J. (ARANHA, 2021).

Em outro estudo, Asnaashari *et al.* (2017) usaram um laser de baixa potência de 808 nm com potência de 100 mW e diâmetro de fibra de 600  $\mu\text{m}$ , na dose de 70 J/cm<sup>2</sup> por 80 segundos. A intensidade da dor foi registrada antes do tratamento, imediatamente após o tratamento, e 4, 8, 12, 24 e 48 horas após o tratamento, usando uma escala visual analógica (VAS). Não houve diferença na dor entre os grupos laser e controle em nenhum momento, e a dor diminuiu por até 48 horas em ambos os grupos (VAHDATINIA *et al.* 2019).

No clareamento dental, Vahdatinia *et al.* (2019) apresentaram que os efeitos positivos da TLB na redução e controle da sensibilidade clínica e na neutralização da citotoxicidade, que os subprodutos de clareador podem ocasionar, são satisfatórios, porém, ainda são necessários mais estudos para melhor tratamento e resultados da técnica.

Em relação a eficiência da anestesia por fotobiomodulação na preparação cavitária, Vahdatinia *et al.* (2019) informa que a informação clínica neste campo ainda é insuficiente e que são necessários mais estudos clínicos, não é viável propor um protocolo de tratamento baseado nos resultados dos estudos atuais.

Ainda se encontra em falta evidências clínicas suficiente neste campo, pois não é possível chegar a uma conclusão precisa sobre o resultado da TLB no tratamento de lesões traumáticas relacionadas a próteses dentárias ou ulcerações.

Dessa forma, a partir dos dados obtidos na discussão, pode-se observar em conformidade com a literatura que o laser de baixa potência apresenta inúmeros benefícios no amplo campo da odontologia, porém, existe variações quanto ao melhor protocolo, frequência, potência, comprimento de onda e tempo de irradiação com o intuito de realizar otimização da técnica em cada especialidade. Portanto, sugere-se que estudos com metodologias detalhadas sejam realizados para proporcionar a disseminação do conhecimento para a comunidade científica e beneficiar a população no tratamento de diversas condições bucais.

## 5 CONCLUSÃO

Conclui-se que os pacientes submetidos a laserterapia tendem a ter mais estímulo a cura de tecidos, redução de inflamações, alívio de dor, anestesia pré-operatória e maior conforto diante de todos os procedimentos e tratamentos que a odontologia pode fornecer. Os estudos mostram que a laserterapia pode ser capaz para tratar uma diversidade de condições, incluindo lesões musculoesqueléticas, da ATM, feridas crônicas e não crônicas. É uma terapia segura, de curta duração, baixo custo, atraumática quando executada de forma correta utilizando os EPIs necessários, intensidade e comprimento de onda (luz vermelha e infravermelha). Além disso, pode ser uma alternativa ou complemento a tratamentos estabelecidos. É uma tecnologia disponível que está em constante progresso e o seu êxito pode diversificar-se dependendo da condição e especificidade do paciente. Por fim através desta análise revisão de literatura foi observado que são necessários mais estudos para desenvolver protocolos padronizados e entender melhor os mecanismos de ação.

## 6 REFERÊNCIAS

AFRASIABI, Shima *et al.* Nanostructures as targeted therapeutics for combating oral bacterial diseases. **Biomedicines**, v. 9, n. 10, p. 1435, 2021.

ALQUTUB, Alaa *et al.* Photobiomodulation vs NSAIDs in the management of postoperative dentoalveolar pain. **The Saudi Dental Journal**, v. 34, n. 7, p. 585-588, 2022.

AL-WATBAN, Farouk AH; ANDRES, Bernard L. Laser biomodulation of normal and neoplastic cells. **Lasers in medical science**, v. 27, n. 5, p. 1039-1043, 2012.

ARANHA, A. **Lasers na prática clínica diária: Guia de informações baseadas em evidências científicas**. São Paulo: Santos Publicações, 2021.

ASNAASHARI, Mohammad *et al.* Management of post endodontic retreatment pain with low level laser therapy. **Journal of lasers in medical sciences**, v. 8, n. 3, p. 128, 2017.

BALHADDAD, Abdulrahman A. *et al.* Prospects on nano-based platforms for antimicrobial photodynamic therapy against oral biofilms. **Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery**, v. 38, n. 8, p. 481-496, 2020.

BAMPS, Marieke; DOK, Rüveyda; NUYTS, Sandra. Low-level laser therapy stimulates proliferation in head and neck squamous cell carcinoma cells. **Frontiers in oncology**, v. 8, p. 343, 2018.

BARASCH, Andrei *et al.* Photobiomodulation effects on head and neck squamous cell carcinoma (HNSCC) in an orthotopic animal model. **Supportive Care in Cancer**, v. 28, p. 2721-2727, 2020.

BRUGNERA, J. R. A. Biomodulatory effect of lasertherapy-clinical indications. **Dentistry Braz Dent J**, v. 15, n. sSuppl, 2004.

CHU, Jiru; WU, Shengnan; XING, Da. Survivin mediates self-protection through ROS/cdc25c/CDK1 signaling pathway during tumor cell apoptosis induced by high fluence low-power laser irradiation. **Cancer letters**, v. 297, n. 2, p. 207-219, 2010.

COOMBE, A. R. *et al.* The effects of low level laser irradiation on osteoblastic cells. **Clinical orthodontics and research**, v. 4, n. 1, p. 3-14, 2001.

CROUS, Anine M.; ABRAHAMSE, Heidi. Lung cancer stem cells and low-intensity laser irradiation: a potential future therapy?. **Stem Cell Research & Therapy**, v. 4, p. 1-8, 2013.

DA SILVA, Jessica Lucio *et al.* Effects of low level laser therapy in cancer cells—a systematic review of the literature. **Lasers in medical science**, v. 35, p. 523-529, 2020.

DE CARVALHO, Ana Karina Fonseca *et al.* LASER DE BAIXA POTÊNCIA NA HARMONIZAÇÃO OROFACIAL.

DJAVID, Gholamreza Esmaeeli *et al.* Photobiomodulation leads to enhanced radiosensitivity through induction of apoptosis and autophagy in human cervical cancer cells. **Journal of biophotonics**, v. 10, n. 12, p. 1732-1742, 2017.

DSA FILHO, Ribeiro PJT. A utilização do laser de baixa intensidade e alta intensidade na odontologia: uma revisão integrada. **Revista interdisciplinar em Saúde. Cajazeiras**, v. 8, n. 1, p. 1106-1117, 2021.

FRIGO, Lúcio *et al.* The effect of low-level laser irradiation (In-Ga-Al-AsP-660 nm) on melanoma in vitro and in vivo. **BMC cancer**, v. 9, p. 1-8, 2009.

GOMES HENRIQUES, Águida Cristina *et al.* Low-level laser therapy promotes proliferation and invasion of oral squamous cell carcinoma cells. **Lasers in medical science**, v. 29, p. 1385-1395, 2014.

HENRIQUES, Águida Cristina Gomes; CAZAL, Claudia; CASTRO, Jurema Freire Lisboa de. Ação da laserterapia no processo de proliferação e diferenciação celular: revisão da literatura. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 37, p. 295-302, 2010.

HOSSEINPOUR, Sepanta; TUNÉR, Jan; FEKRAZAD, Reza. Photobiomodulation in oral surgery: a review. **Photobiomodulation, photomedicine, and laser surgery**, v. 37, n. 12, p. 814-825, 2019.

KARU, Tiina. Photobiology of low-power laser effects. **Health physics**, v. 56, n. 5, p. 691-704, 1989.

KREISLER, M. *et al.* Low-level 809 nm GaAlAs laser irradiation increases the proliferation rate of human laryngeal carcinoma cells in vitro. **Lasers in medical science**, v. 18, p. 100-103, 2003.

LI, Zhiyuan *et al.* A multifunctional nanosystem based on bacterial cell-penetrating photosensitizer for fighting periodontitis via combining photodynamic and antibiotic therapies. **ACS Biomaterials Science & Engineering**, v. 7, n. 2, p. 772-786, 2021.

LINGAMANENI, Prasanth *et al.* Merkel Cell Carcinoma With Isolated Pancreatic Metastasis. **Journal of Investigative Medicine High Impact Case Reports**, v. 9, p. 23247096211027413, 2021.

LINS, Ruthinéia Diógenes Alves Uchôa *et al.* Biostimulation effects of low-power laser in the repair process. **Anais brasileiros de dermatologia**, v. 85, p. 849-855, 2010.

LIU, Yi-Hsiang *et al.* Effects of diode 808 nm GaAlAs low-power laser irradiation on inhibition of the proliferation of human hepatoma cells in vitro and their possible mechanism. **Research communications in molecular pathology and pharmacology**, v. 115, p. 185-201, 2004.

MA, Yongqing *et al.* The effectiveness of photobiomodulation therapy on inferior alveolar nerve injury: A systematic review and META-analysis. **Plos one**, v. 18, n. 8, p. e0287833, 2023.

MURAYAMA, Hideyuki *et al.* Low-power 808-nm laser irradiation inhibits cell proliferation of a human-derived glioblastoma cell line in vitro. **Lasers in medical science**, v. 27, p. 87-93, 2012.

NAYYER, Nida *et al.* Impact of photobiomodulation on external root resorption during orthodontic tooth movement in humans—A systematic review and meta-analysis. **Journal of Oral Biology and Craniofacial Research**, v. 12, n. 4, p. 469-480, 2022.

NGEOW, Wei Cheong *et al.* A narrative review on means to promote oxygenation and angiogenesis in oral wound healing. **Bioengineering**, v. 9, n. 11, p. 636, 2022.

OTSUKA, Ana Carolina Vasconcellos Guedes *et al.* Terapia a laser de baixa potência no manejo da cicatrização de feridas cutâneas. **Revista Brasileira de Cirurgia Plástica**, v. 37, p. 451-456, 2023.

OTTAVIANI, Giulia *et al.* Laser therapy inhibits tumor growth in mice by promoting immune surveillance and vessel normalization. **EBioMedicine**, v. 11, p. 165-172, 2016.

POLYMERI, Angeliki *et al.* Risk factors, diagnosis, and treatment of peri-implantitis: A cross-cultural comparison of US and European periodontists' considerations. **Journal of Periodontology**, v. 93, n. 4, p. 481-492, 2022.

POWELL, Katie *et al.* The effect of laser irradiation on proliferation of human breast carcinoma, melanoma, and immortalized mammary epithelial cells. **Photomedicine and laser surgery**, v. 28, n. 1, p. 115-123, 2010.

QI, Manlin *et al.* Novel nanotechnology and near-infrared photodynamic therapy to kill periodontitis-related biofilm pathogens and protect the periodontium. **Dental Materials**, v. 35, n. 11, p. 1665-1681, 2019.

RENNO, A. C. M. *et al.* The effects of laser irradiation on osteoblast and osteosarcoma cell proliferation and differentiation in vitro. **Photomedicine and laser surgery**, v. 25, n. 4, p. 275-280, 2007.

ROBIJNS, Jolien *et al.* Photobiomodulation therapy in management of cancer therapy-induced side effects: WALT position paper 2022. **Frontiers in oncology**, v. 12, p. 927685, 2022.

RODRIGUES, Bruno Teixeira Gonçalves *et al.* Successful hair removal on intraoral grafts using the diode laser: Report of two cases. **Special Care in Dentistry**, v. 41, n. 1, p. 135-139, 2021.

SCHAFFER, M. *et al.* Biomodulative effects induced by 805 nm laser light irradiation of normal and tumor cells. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 40, n. 3, p. 253-257, 1997.

SCHAFFER, M. *et al.* Effects of 780 nm diode laser irradiation on blood microcirculation: preliminary findings on time-dependent T1-weighted contrast-enhanced magnetic resonance imaging (MRI). **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 54, n. 1, p. 55-60, 2000.

SCHALCH, Tatiana Dias *et al.* Photobiomodulation is associated with a decrease in cell viability and migration in oral squamous cell carcinoma. **Lasers in Medical Science**, v. 34, p. 629-636, 2019.

SCHARTINGER, Volker Hans *et al.* Differential responses of fibroblasts, non-neoplastic epithelial cells, and oral carcinoma cells to low-level laser therapy. **Supportive care in cancer**, v. 20, p. 523-529, 2012.

SHAN, Zhiyi *et al.* Comprehensive Effects of Photobiomodulation Therapy as an Adjunct to Post-orthodontic Treatment Care: A Systematic Review. **Oral Health and Preventive Dentistry**, 2021.

SILVEIRA, Felipe Martins *et al.* Examining tumor modulating effects of photobiomodulation therapy on head and neck squamous cell carcinomas. **Photochemical & Photobiological Sciences**, v. 18, p. 1621-1637, 2019.

SOURVANOS, Dennis *et al.* Improving titanium implant stability with photobiomodulation: a review and meta-analysis of irradiation parameters. **Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery**, v. 41, n. 3, p. 93-103, 2023.

SOURVANOS, Dennis *et al.* Photobiomodulation in dental extraction therapy: Postsurgical pain reduction and wound healing. **The Journal of the American Dental Association**, 2023.

SPERANDIO, Felipe F. *et al.* Low-level laser therapy can produce increased aggressiveness of dysplastic and oral cancer cell lines by modulation of Akt/mTOR signaling pathway. **Journal of biophotonics**, v. 6, n. 10, p. 839-847, 2013.

SROKA, Ronald *et al.* Effects on the mitosis of normal and tumor cells induced by light treatment of different wavelengths. **Lasers in surgery and medicine**, v. 25, n. 3, p. 263-271, 1999.

SULEWSKI, John G. Historical survey of laser dentistry. **Dental Clinics of North America**, v. 44, n. 4, p. 717-752, 2000.

TSAI, Shang-Ru *et al.* Low-level light therapy potentiates NPe6-mediated photodynamic therapy in a human osteosarcoma cell line via increased ATP. **Photodiagnosis and photodynamic therapy**, v. 12, n. 1, p. 123-130, 2015.

TUNÉR, Jan; HOSSEINPOUR, Sepanta; FEKRAZAD, Reza. Photobiomodulation in temporomandibular disorders. **Photobiomodulation, photomedicine, and laser surgery**, v. 37, n. 12, p. 826-836, 2019.

VAHDATINIA, Farshid *et al.* Photobiomodulation in endodontic, restorative, and prosthetic dentistry: a review of the literature. **Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery**, v. 37, n. 12, p. 869-886, 2019.

WERNECK, Carlos Eduardo *et al.* Laser light is capable of inducing proliferation of carcinoma cells in culture: a spectroscopic in vitro study. **Photomedicine and Laser Therapy**, v. 23, n. 3, p. 300-303, 2005.

YILDIZ, Mete. E-government research: Reviewing the literature, limitations, and ways forward. **Government information quarterly**, v. 24, n. 3, p. 646-665, 2007.

ZAYED, Sara Mahmoud; HAKIM, Ahmed Adel Abdel. Clinical efficacy of photobiomodulation on dental implant osseointegration: A systematic review. **Saudi journal of medicine & medical sciences**, v. 8, n. 2, p. 80-86, 2020.

ZECHA, Judith AEM *et al.* Low-level laser therapy/photobiomodulation in the management of side effects of chemoradiation therapy in head and neck cancer: part 2: proposed applications and treatment protocols. **Supportive Care in Cancer**, v. 24, p. 2793-2805, 2016.

ZOCCOLILLO, Michelle L.; ROGERS, Stephen C.; MANG, Thomas S. Antimicrobial photodynamic therapy of *S. mutans* biofilms attached to relevant dental materials. **Lasers in surgery and medicine**, v. 48, n. 10, p. 995-1005, 2016.