

FACULDADE NOVA ESPERANÇA DE MOSSORÓ  
NÚCLEO DE PESQUISA E EXTENSÃO ACADÊMICA – NUPEA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

RAFAELA ANDRADE BATISTA

**LASER DE BAIXA POTÊNCIA APLICADO À OSSEOINTEGRAÇÃO  
DE IMPLANTES DENTÁRIOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

MOSSORÓ - RN

2021

RAFAELA ANDRADE BATISTA

**LASER DE BAIXA POTÊNCIA APLICADO À OSSEOINTEGRAÇÃO  
DE IMPLANTES DENTÁRIOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Monografia apresentada à Faculdade Nova Esperança de Mossoró – FACENE/RN – como requisito obrigatório para obtenção do título de bacharel em Odontologia.

**Orientador (a):** Prof<sup>ª</sup>. Esp. Raquel Lopes Cavalcanti.

MOSSORÓ - RN

2021

Faculdade Nova Esperança de Mossoró/RN – FACENE/RN.  
Catalogação da Publicação na Fonte. FACENE/RN – Biblioteca Sant'Ana.

B333I Batista, Rafaela Andrade.

Laser de baixa potência aplicado a osseointegração de implantes dentários: uma revisão integrativa / Rafaela Andrade Batista. – Mossoró, 2021.

30 f. : il.

Orientadora: Profa. Esp. Raquel Lopes Cavalcanti.  
Monografia (Graduação em Odontologia) – Faculdade Nova Esperança de Mossoró.

1. Osseointegração. 2. Laserterapia. 3. Protocolo. 4. LLLT. I. Cavalcanti, Raquel Lopes. II. Título.

CDU 616.314:531.744.7

RAFAELA ANDRADE BATISTA

**LASER DE BAIXA POTÊNCIA APLICADO À OSSEOINTEGRAÇÃO  
DE IMPLANTES DENTÁRIOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Monografia apresentada à Faculdade Nova  
Esperança de Mossoró – FACENE/RN – como  
requisito obrigatório para obtenção do título de  
bacharel em Odontologia.

Aprovado em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

**Banca Examinadora**

---

Prof<sup>ª</sup>. Esp. Raquel Lopes Cavalcanti  
(FACENE/RN)

---

Prof<sup>ª</sup>. Mestre Emanuelle Louyde Ferreira de Lima  
(FACENE/RN)

---

Prof<sup>ª</sup>. Mestre Natália Rodrigues Silva  
(FACENE/RN)

MOSSORÓ – RN  
2021

## LISTA DE SIGLAS

AKT	Proteína quinase B
Ar	Argônio
AsGA	Arseniato de Gálio
AsGaAl	Arseniato de Gálio e Alumínio
ATP	Adenosina Trifosfato
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
Cox	Ciclooxigenase
Er, Cr:YSGG	Óxido de gadolínio, escândio e ítrio dopado com cromo e érbio
Er:YAG	Ítrio-alumínio dopado com Érbio
HEDGEHOG	Proteína Sinalizadora
HeNe	Hélio Neônio
InGaAlP	Arseniato de Gálio-índio
ISQ	Coefficiente de Estabilidade do Implante
LLLT	Laser Low Level Therapy
LTBI	Laserterapia de Baixa Intensidade
MC3T3-E1	Células Osteoblásticas
Nd:YAG	Neodímio – Ítrio Alumínio Granada
PI3K	Fosfoinositídeo 3-quinase
SRC	Proteína tirosina quinase

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\mu\text{m}$	Nanômetros
J	Joules
W	Watts
mW	MiliWatts
cm	Centímetro

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

### **FIGURAS**

Figura 1 - Diagrama de fluxo da triagem e seleção de artigos. ....20

### **QUADRO**

Quadro 1- Amostragem dos Artigos Categorizados por: Autor\Ano\País, Título, Protocolo e Resultados.....24

## RESUMO

O sucesso das reabilitações com implantes dentários está relacionado principalmente à estabilidade óssea do dispositivo implantado ao osso. Novas técnicas são criadas para melhorar o sucesso da osseointegração, e dentre as citadas na literatura, destaca-se a laserterapia de baixa potência, como uma ferramenta adjuvante neste processo. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do tratamento com laser de baixa potência no efeito bioestimulador da osseointegração. Para isso, foi realizada uma revisão narrativa de literatura com busca eletrônica nas bases de dados PUBMED, BVS, NCBI e SCIELO, escritos em português e inglês, com disponibilidade de texto completo em suporte eletrônico, publicado em periódicos nacionais e internacionais. Conclui-se que a laserterapia de baixa potência tem grande potencial na influência clínica no processo de osseointegração e estabilidade dos implantes dentários. No entanto, faz-se necessário a realização de mais estudos clínicos com protocolos padronizados para fornecer uma avaliação mais robusta desse efeito bioestimulador.

**PALAVRAS – CHAVE:** Osseointegração, Laserterapia, Protocolo, LLLT.



## **ABSTRACT**

The success of rehabilitation with dental implants is mainly related to the bone stability of the implanted device to the bone. New techniques are high to improve the success of osseointegration, and among those mentioned in the literature, low-level laser therapy stands out as an adjunct tool in this process. Thus, this study aimed to evaluate the treatment with low power laser in the biostimulatory effect of osseointegration. For this, a narrative literature review was performed with electronic search in the databases PUBMED, BVS, NCBI and SCIELO, written in Portuguese and English, with full text available in electronic support, published in national and international journals. It is concluded that low power laser therapy has great potential in the clinical influence on the process of osseointegration and stability of dental implants. However, it is necessary to conduct more clinical studies with standardized protocols to provide a more robust assessment of this biostimulating effect.

**KEYWORDS:** Osseointegration, Lasertherapy, Protocol, LLLT.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
2.1	ASPECTOS GERAIS DOS LASERS .....	12
2.2	IMPLANTE E OSSEOINTEGRAÇÃO .....	13
2.3	FOTOBIMODULAÇÃO DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA.....	14
2.4	PROTOCOLOS EM LASERTERAPIA APLICADOS À IMPLANTODONTIA .....	16
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS.....</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com a inovação das tecnologias a base de luz e o avanço do conhecimento da interação luz-tecido, foi possível utilizar o laser na medicina e na odontologia para várias aplicações clínicas e terapêuticas, por se tratar de uma tecnologia não invasiva (ZAYEDE e HAKIM, 2020).

O termo Laser é uma expressão herdada e introduzida inicialmente por Einstein, sendo um acrônimo de origem inglesa, descrito como “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”, que significa: "Amplificação de Luz por Emissão Estimulada de Radiação”. O que faz o laser ser diferente das outras fontes de luz são suas características peculiares, tais como: ser uma fonte monocromática que pode atingir alta intensidade; ser coerente e altamente concentrada, assim como unidirecional (TERCETTI, 2020).

A laserterapia começou a ganhar espaço e notoriedade pelos profissionais da Odontologia a partir da sua introdução na medicina por volta dos anos 60, demonstrando ser uma ferramenta de fácil manuseio, não invasiva e com ótimos resultados. A partir de então, diversos estudos foram realizados a fim de entender o seu mecanismo de ação, uma vez que o seu efeito terapêutico se torna mais previsível e seguro quando é indicada a dose correta para cada tipo de tecido, e escolhido qual o efeito terapêutico se deseja promover (FERREIRA,2016).

Assim, novos lasers foram desenvolvidos de acordo com sua finalidade, sendo divididos em dois grandes grupos: os lasers de baixa potência e os de alta potência. Os lasers de alta potência são usados em cirurgias de tecido mole e duro devido ao seu alto poder de corte. Nas cirurgias de tecido mole atuam por vaporização, enquanto que nas cirurgias de tecido duro por ablação, de modo que a energia da luz é absorvida pela água e pela hidroxila da hidroxiapatita, resultando em corte do tecido pelo alto aquecimento e alta pressão interna (JORGE; CASSONI; RODRIGUES,2010).

Já os lasers de baixa potência atuam promovendo uma ação terapêutica através da bioestimulação celular, sendo indicados para atuar nas células sem provocar efeito térmico, e garantir um efeito bioestimulador sobre a atividade metabólica celular no processo de cicatrização, analgesia, biomodulação da inflamação, e aceleração do reparo. A soma desses efeitos gera resultados satisfatórios sem causar alterações morfológicas celulares (JESUS, 2017).

Na implantodontia a laserterapia foi usada inicialmente com o objetivo de diminuir a dor pós-operatória a fim de garantir menor edema e inflamação, e mais recentemente, para

conseguir uma cicatrização óssea acelerada, visando intensificar a neoformação óssea após a instalação de implantes dentários, uma vez que o sucesso das reabilitações implantossuportadas depende diretamente da qualidade da osseointegração (adequada união e fixação óssea à superfície do osso ao implante de titânio) (JESUS, 2017).

Estudos têm mostrado que a terapia com laser de baixa potência tem obtido resultados favoráveis na melhoria da fixação dos implantes ao osso, resultando em reparação e remodelação óssea, redução de dor, edema e inflamação pós-operatória (KARACA IR, 2018).

Contudo, apesar da existência de estudos com fortes evidências científicas acerca dos efeitos positivos do laser de baixa potência na neoformação óssea e conseqüentemente no aumento da estabilidade secundária dos implantes dentários, a grande maioria foi realizada em modelos animais, não sendo possível uma comparação fidedigna ao processo que ocorre nos seres humanos, devido à grande diferença na velocidade metabólica de ambos os casos (LOBATO, 2019).

Por isso, a escassez de protocolos de sucesso descritos na literatura utilizando seres humanos cria uma delimitação na confiabilidade das evidências e torna indispensável à realização de mais estudos com levantamento de dados e de técnicas que avaliem a eficácia da bioestimulação a laser no processo de osseointegração em seres humanos de forma não invasiva (MATYS, 2019).

Assim, em meio à necessidade da produção de novas literaturas sobre o laser na implantodontia e do grande sucesso do seu uso, justifica-se a realização de trabalhos como este pela necessidade de um estudo mais aprofundado sobre o mecanismo de ação e os benefícios do laser de baixa potência na potencialização da osseointegração de implantes dentários.

Associado a isso, espera-se atrair a atenção de outros profissionais para o tema e contribuir para a descoberta de protocolos eficazes, com tempo de radiação adequado, e com a correta indicação dos comprimentos de onda.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura acerca do efeito bioestimulador do laser de baixa potência no processo de osseointegração de implantes dentários, a fim de avaliar o mecanismo de ação e a influência da laserterapia na reparação tecidual pós-implante, bem como, os protocolos clínicos aplicados na terapêutica da osseointegração, sua comprovação científica e taxas de sucesso.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 ASPECTOS GERAIS DOS LASERS

A luz é um fenômeno óptico estudado há milhares de anos por diversos cientistas que dedicaram sua vida a fim de compreender suas propriedades. Foi a partir do longo e minucioso estudo da luz, que cientistas descobriram fenômenos importantes para a criação do laser que existe nos dias de hoje. Com base no fenômeno da dualidade da luz introduzido por Einstein, e posteriormente o conceito de emissão estimulada, cientistas como Theodore Maiman em 1960, anunciaram o funcionamento do primeiro laser, que inicialmente era designado de *maser* (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation), (FERREIRA, 2016).

O laser é um dispositivo que amplifica a radiação luminosa pelo processo da emissão estimulada. As propriedades que caracterizam e diferenciam o laser da luz visível são a monocromaticidade (mesmo comprimento de onda e frequência), colimação (feixe unidirecional, sem divergências) e coerência (mesma vibração e potência). O conhecimento de suas propriedades físicas permite entender a extensão das interações com os tecidos biológicos, que geralmente é determinada por fatores ópticos como a reflexão, absorção e o espalhamento (TERCETTI, 2020).

A existência de diferentes tipos de laser se deve ao meio em que os fótons se inserem, a energia fornecida e ao sistema de realimentação. A ação do laser depende de sua interação com o tecido alvo, sendo desenvolvidos diversos tipos de aparelhos com base na ação desejada, localização e tipo de tecido a ser irradiado, classificados em dois grandes grupos: os lasers de alta potência e de baixa potência (JESUS, 2017).

Os lasers de alta potência, como o de CO<sub>2</sub> (laser de dióxido de carbono), Nd:YAG (laser de neodímio – Ítrio Alumínio Granada), Er:YAG, Er, Cr:YSGG e Ar-Laser (laser de argônio) apresentam ação de corte, coagulação e cauterização, além de esterilização do local por ação térmica, sendo muito utilizados em cirurgias médicas e odontológicas (JORGE; CASSONI; RODRIGUES, 2010).

Já os lasers de baixa potência (Low-level Laser Therapy – LLLT) como o laser de Hélio-neônio (HeNe), lasers semicondutores de Arseniato de gálio e alumínio (AsGaAl), de arseniato de gálio (AsGa) e de fosfato de arsênio de gálio e alumínio (InGaAlP) são utilizados para finalidades terapêuticas e bioestimuladores. Os lasers de baixa potência emitem radiações que

variam em torno de 1 a 300 mW, logo não produzem efeitos térmicos. As propriedades anti-inflamatórias, bioestimuladora e analgésicas são produzidas por características fotoquímicas do laser, capazes de interagir com os tecidos e produzir estes efeitos terapêuticos (FERREIRA, 2016).

## 2.2 IMPLANTE E OSSEOINTEGRAÇÃO

De acordo com Per-Ingvar Brånemark a osseointegração é definida como uma interação direta entre osso e o implante, de natureza estrutural, funcional e vital em superfícies de implantes sujeitos a cargas funcionais. Esta interação é uma resposta tecidual frente à injúria sofrida durante a cirurgia, sendo considerado um processo crítico para o sucesso clínico do implante, uma vez que esta união é um pré-requisito básico para o suporte e a estabilização de próteses implantossuportadas (MENDES e DAVIES, 2016).

Por representar um processo essencial para a longevidade dos implantes dentários, diversos estudos foram realizados com objetivo de inovar as estruturas e superfícies dos implantes, bem como, otimizar e acelerar o processo de osseointegração, uma vez que superfícies lisas mantêm pouco contato com o osso. Recentemente, tecnologias de refinamento da topografia do implante utilizando jatos de areia e ataque ácido são realizados para aumentar a osseointegração, através do aumento da superfície de contato entre o osso e o implante (CHAPPUIS, 2018).

Diversas superfícies foram desenvolvidas para melhorar a diferenciação e a proliferação celular. Ballo *et al* (2011) descreveram um sistema para jateamento nas superfícies de implantes de titânio na tíbia de ratos para melhorar as interações superfície-osso em nanoescala. Associado a isso, o tamanho e a quantidade de espiras também são elaborados para diminuir o trauma cirúrgico com novos biomateriais desenvolvidos para suportarem a carga imediata a fim de garantir a osseointegração, e reduzir o tempo de cicatrização (SHAH *et al*, 2016).

De acordo com Shah *et al* (2016), uma nova estratégia muito importante utilizada recentemente para alcançar a osseointegração e otimizar as suas propriedades, é o tratamento da superfície do implante com o laser de alta potência. Seu estudo foi realizado em tíbias de coelhos a fim de avaliar se a modificação a laser nas estruturas hierárquicas do titânio promoveria estabilidade no implante. Para isso, metade dos implantes em forma de parafuso usinadas em titânio puro sofreram ablação por laser para produzir modificação na superfície

dos mesmos, e assim serem implantados em tíbias de coelhos. Os animais foram sacrificados para realização de análises histológicas, biomecânicas e estatísticas dos achados, concluindo que a modificação das propriedades físico-químicas da superfície do implante com o uso do laser aumentou significativamente o torque, o grau de osseointegração e a estabilidade do osso em contato com implante.

Por outro lado, um estudo de Teixeira *et al* (2015) a respeito da avaliação do laser de baixa potência na osseointegração de implantes maquinados e jateados com ácido-gravado, nos estágios iniciais deste processo, verificou por meio da análise de torque de remoção e análise histomorfométricas que o laser não influenciou significativamente na taxa de contato osso-implante e no torque de remoção no período de 16-30 dias.

### 2.3 FOTOBIMODULAÇÃO DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA

O mecanismo de ação do laser de baixa potência ainda não foi totalmente descrito, havendo, portanto, diversas teorias sobre o mecanismo da fotobiomodulação celular. De acordo com Freitas e Hamblin (2017), inúmeras vias de sinalização celular são ativadas pelos fótons do laser, resultando no aumento do metabolismo mitocondrial oxidativo quando a energia fornecida pelos fótons do espectro vermelho ao infravermelho desencadeia reações redox nesta organela.

Os fótons emitidos pelo laser são receptados por proteínas da membrana de mitocôndrias, a Citocromo C Oxidase (Cox). No momento que a energia dos fótons captados pelo citocromo C é recebida, uma reação em cascata ocorre causando excitação na cadeia respiratória e conseqüentemente aumento do oxigênio para a produção de ATP. A cadeia respiratória de oxigênio é o principal processo de obtenção de energia celular por meio da oxidação de oxigênio. Deduz-se, portanto, que o laser aumenta a disponibilidade de oxigênio para as reações de redox acontecerem. Quando a célula aumenta a oxidação, ocorre também o aumento no potencial de membrana mitocondrial favorecendo a um maior metabolismo celular, assim, os efeitos bioestimuladores estão relacionados a baixos níveis de oxigênio reativos e os efeitos inibitórios aos altos níveis de oxigênio reativos estimulados pelo laser (ROSENBERG, 2020).

Aplicando esses conhecimentos na implantodontia, e realizando um levantamento acerca do processo biológico natural da osseointegração, a reabsorção óssea pelos osteoclastos

é observada, seguida da formação óssea pelos osteoblastos, resultando na união osso/implante. Assim, com base nesses conhecimentos, alguns estudos como os de Massotti *et al* (2015) e Kim *et al* (2016) têm relatado que a bioestimulação por laser de baixa potência acelera o processo de cicatrização e regeneração óssea.

No estudo de Alazzawi *et al* (2018), o uso da laserterapia de baixa potência entre os dias 14 e 21 apresentou estímulo na atividade das células osteoblásticas e osteoclásticas, no entanto, sendo mais eficaz nas células osteoclásticas, por serem células multinucleadas e com maior quantidade de mitocôndrias.

Em comparação direta com a análise do efeito bioestimulador do laser feita por Arakeeb *et al* (2019), seu estudo mostrou que o laser tem efeito nos dois tipos celulares (osteoclastos e osteoblastos) nos primeiros dias e logo após 7 dias houve prevalência do efeito bioestimulador nos osteoclastos, seguida do ligeiro aumento dos osteoblastos no primeiro mês, até a consolidação da densidade óssea por volta da 6ª semana.

Matys *et al* (2019) com o objetivo de testar o efeito fotobiomodulador do laser de baixa potência na estabilidade dos implantes dentários, utilizou-se o laser de Diodo 636nm na região posterior da mandíbula de 24 paciente (8 mulheres e 16 homens; idade:  $46,7 \pm 8,7$  anos) submetidos a instalação de implantes dentários. O principal achado nos indivíduos irradiados com esse tipo de laser foi uma estabilidade secundária significativa após 4 semanas comparado a indivíduos não irradiados. De acordo com o autor, a terapia a laser na faixa de 600-1100nm (janela ótica) favorece uma penetração da luz mais profunda no tecido, e que o efeito bioestimulador depende da dose, de modo que doses baixas aumentam a atividade fisiológica das células, enquanto que estímulos moderados não resultam em efeito biológico, e doses altas causam efeito biossupressor nas células. O estudo concluiu que para um efeito biológico positivo é indicado doses na faixa de  $1J-10J/cm^2$ .

No estudo realizado por Na *et al* (2018), o laser de baixa potência teve influência na atividade dos osteoclastos e na proliferação dos osteoblastos. Segundo o autor, o efeito fotobioestimulador do laser é dependente da dose, de modo que em seu trabalho, doses mais baixas ( $1J/cm^2$ ) tiveram um aumento de 100% na proliferação dos osteoblastos, enquanto a dose mais alta ( $5J/cm^2$ ) teve cerca de 25% de aumento em 48 h. Assim, o estudo concluiu que existem doses ideais para a proliferação dos osteoblastos e osteoclastos, e que o efeito bioestimulador ocorre mais tarde nos osteoblastos do que nos osteoclastos.

Ainda de acordo com Arakeeb *et al* (2019), a formação óssea dependerá da quantidade de energia incidida sobre estas células, pois segundo Na *et al* (2018) cada tipo celular possui



uma dose específica para que o efeito fotobioestimulador ocorra e assim o processo de osseointegração se inicie.

Entretanto, de acordo com Massotti *et al* (2015) e Kim *et al* (2016), apesar de fortes evidências do efeito da laserterapia de baixa potência na neoformação óssea e consequentemente no aumento da estabilidade do implante, a falta de um protocolo de sucesso dificulta o aumento na qualidade das evidências científicas.

#### 2.4 PROTOCOLOS EM LASERTERAPIA APLICADOS À IMPLANTODONTIA

A questão mais desafiadora da laserterapia de baixa potência é definir uma dose eficaz, e realizar, a partir disso, estudos que comprovem a eficácia das mais variadas doses na atividade das células ósseas, como também na elaboração de protocolos úteis que se apliquem ao processo da osseointegração. Portanto, alguns aspectos devem ser levados em consideração na escolha da dose do protocolo a ser realizado, tais como, o comprimento de onda, a energia a ser aplicada nos tecidos e a frequência (ARAKEBEE *et al*, 2019).

De acordo com Arakebee *et al* (2019) definir apenas a quantidade de energia de acordo com a dose pode não trazer os benefícios desejados, pois quanto maior a área irradiada, menor a energia fornecida ao tecido pelo laser. Em termos físicos ao reduzir a área pela metade a potência quadruplica, em contrapartida, ao dobrar a área a potência diminui quatro vezes, podendo resultar em uma penetração menos profunda da luz no tecido e, portanto, ocasionando uma resposta menos eficaz do laser.

O estudo de Na *et al* (2018) realizado a fim de investigar o impacto do tratamento com luz laser na atividade das células osteoblásticas, osteoclásticas e osteócitos utilizou um dispositivo de luz com emissão de 940 nm de diodo em células cultivadas em laboratório, com doses (densidade de energia) de 1J, 5J e 7,5J / cm<sup>2</sup> e potência de 0, 1,67, 8,33 e 12,5 mW durante 10 min. Os resultados do estudo mostraram que cada tipo celular respondeu diferente à emissão de luz irradiada. Foi observado que a dose mais baixa, de 1J/cm<sup>2</sup>, teve melhor resultado em comparação com a dose de 5J/cm<sup>2</sup> na proliferação dos osteoblastos.

Em outro estudo realizado por Memarian *et al* (2018) visando avaliar o efeito do laser de baixa potência na aceleração da osseointegração e estabilidade óssea ao redor dos implantes dentários pela observação de biomarcadores inflamatórios (interleucina-1 beta e prostaglandina E2), utilizou o laser de diodo 810nm com potência de 50 mW e dosagem de 20 J / cm<sup>2</sup> em

pacientes com qualidade óssea tipo II e III na região de mandíbulas totalmente edêntulas. A conclusão foi que a LLLT (Low Level Laser Therapy) teve efeito positivo na estabilidade dos implantes dentários 4 semanas após sua colocação.

Massotti *et al* (2015) mostraram que o protocolo de 13 dias usando o laser de baixa potência AlGaAs de 830 nm a uma densidade de energia de 20 J / cm<sup>2</sup> e potência média de 50 mW obteve resultados positivos no osso da mandíbula de coelhos ao redor do implante. Foi investigado neste experimento a possibilidade do laser de baixa potência melhorar o reparo ósseo peri-implantar em mandíbulas de coelho. No entanto, os autores ressaltaram que a cicatrização óssea em coelhos é 3 vezes mais rápida que em seres humanos, necessitando de mais estudos que avaliem os resultados na área clínica.

No estudo de Matys *et al* (2019) 40 implantes posicionados na região de mandíbula edêntula de homens e mulheres foram submetidos a dose de energia de 4J/cm<sup>2</sup> sendo observado resultados positivos na estabilidade secundária dos implantes. Já no estudo clínico randomizado de Torkzaban *et al* (2017) este valor de 4J/cm<sup>2</sup> não obteve diferença clínica significativa. Em seu trabalho, foi feito o protocolo com laser de Diodo 930 nm, com potência de 100mW e com dose de energia de 4 J/cm<sup>2</sup> em cada lado por 40s (palatina e vestibular), totalizando 56 J/cm<sup>2</sup> durante os 12 dias das sessões.

Com o objetivo de avaliar a influência do Laser de baixa potência na estabilidade dos implantes dentários, Mohajerani *et al* (2020) realizaram um ensaio clínico randomizado na área edêntula do primeiro molar inferior de 58 pacientes. Estes foram divididos em 2 grupos, onde o grupo de 1 (grupo de intervenção) recebeu o protocolo com o laser de baixa potência após a colocação do implante, e no grupo 2 (grupo de controle) recebeu o tratamento com o dispositivo do laser desligado. O protocolo usado neste estudo foi com Laser de Diodo 830nm de frequência e potência de 10mW (830 nm, 10 mW, / \* 0.0015 cm<sup>2</sup>), durante 20 min por 10 dias. O ensaio clínico demonstrou, por meio da mensuração da estabilidade do implante, que o grupo 1 obteve aumento da estabilidade dos implantes após 9 semanas de acompanhamento.

Já o ensaio clínico randomizado realizado por Lobato *et al* (2020), a fim de avaliar os efeitos do laser de baixa potência em implantes dentários inseridos em alvéolos de extração frescos, não encontrou nenhum benefício pela LLLT quando utilizado para melhorar a estabilidade inicial dos implantes recém instalados. O protocolo realizado neste artigo foi feito com o laser de Diodo de Arseneto de Gálio e Alumínio [GaAlAs] 808nm, com potência de 50mW em uma área circular de 0,71 cm, e área por ponto de 0,4cm<sup>2</sup>, com aplicação do laser em 6 pontos durante 1,23 min por ponto, de modo que a dose aplicada em cada um deles foi de 11J/cm<sup>2</sup>.

O experimento clínico de Mandić *et al* (2015) realizado com objetivo de avaliar os efeitos do laser de baixa potência no tratamento pós-operatório imediato após a colocação de implantes dentários, aplicou em 12 pacientes uma dose total de  $6,25 \text{ J/cm}^2$  de irradiação por implante durante 7 dias, feito com o laser de Gallium-Aluminum-Arsenide (GaAlAs) 637nm, com potência de 40mW. Os pacientes deste estudo foram acompanhados por 6 semanas chegando à conclusão que o uso do laser (GaAlAs) 637nm não expressou influência significativa na osseointegração dos implantes dentários. De acordo com os autores, os resultados podem ter sido afetados pela baixa densidade óssea, designer do implante e principalmente pelo protocolo utilizado.

### 3 CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa bibliográfica que adota como procedimento a revisão de literatura integrativa, de caráter exploratório-descritivo com abordagem qualitativa, desenvolvida através de materiais já existentes em artigos. Para a realização desta revisão de literatura foi realizado um levantamento em bases de dados com publicações de cunho científico de atribuição pública (PUBMED, BVS, NCBI e SCIELO).

As amostras utilizadas foram de artigos de língua portuguesa e inglesa, utilizando como descritores em português: Laserterapia e Osseointegração; e em inglês: Protocol, LLLT, Osseointegration. Os artigos incluídos no estudo possuíam texto completo disponível, online, publicados entre os anos de 2015 a 2021, sendo excluídos resumos, artigos incompletos e os que não se enquadravam nos descritores pesquisados, além dos livros, uma vez que estes não trazem novidades e atualidades sobre o tema.

Como instrumento de coleta de dados foi elaborado um quadro (Quadro 1) com o nome do autor, ano, título e idioma, com a finalidade de analisar os dados dos artigos selecionados com menor risco de erro, garantindo a checagem das informações e registro.

Assim, a pesquisa bibliográfica foi realizada em duas etapas: na primeira realizou-se uma revisão sobre a influência da terapia a laser de baixa potência no processo de osseointegração de implantes dentários; e na segunda, uma revisão incluindo estudos clínicos e in vitro que avaliaram a utilização de diferentes protocolos terapêuticos na estimulação da osseointegração e suas taxas de sucesso.

Desta forma, a coleta de dados seguiu a seguinte premissa:

1. Leitura exploratória de todo o material selecionado (leitura rápida que objetivou verificar se a obra consultada era de interesse para o trabalho);
2. Leitura seletiva (leitura mais aprofundada das partes que realmente interessaram para a conclusão do trabalho);
3. Registro das informações extraídas das fontes em instrumento específico (autores, ano, método, resultados e conclusões).

Durante a análise e seleção foram considerados as informações contidas nos textos, significância estatística, consistência e os dados apresentados pelos autores. Neste sentido, seguiu-se com a realização de uma leitura analítica com a finalidade de ordenar e sumarizar as informações contidas nas fontes, de forma a possibilitar a obtenção de respostas ao problema da pesquisa.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca inicial no banco de dados resultou em um total de 240 artigos encontrados. Todos foram publicados em inglês e português. Após as duplicatas serem removidas, e aplicados os critérios de inclusão e exclusão, apenas 27 foram relevantes e analisados pelo revisor, sendo 21 da língua inglesa e 6 da língua portuguesa. Onze estudos atenderam aos critérios de elegibilidade e foram incluídos no Quadro 1 para analisar os protocolos no efeito bioestimulador do laser de baixa potência na osseointegração dos implantes dentários, enquanto que os outros 16 fizeram parte da amostra para construção literária, sendo 6 deles usados na introdução e os 10 restantes para análise dos objetivos específicos da pesquisa. A figura a seguir descreve o diagrama de fluxo com a triagem e seleção dos artigos.

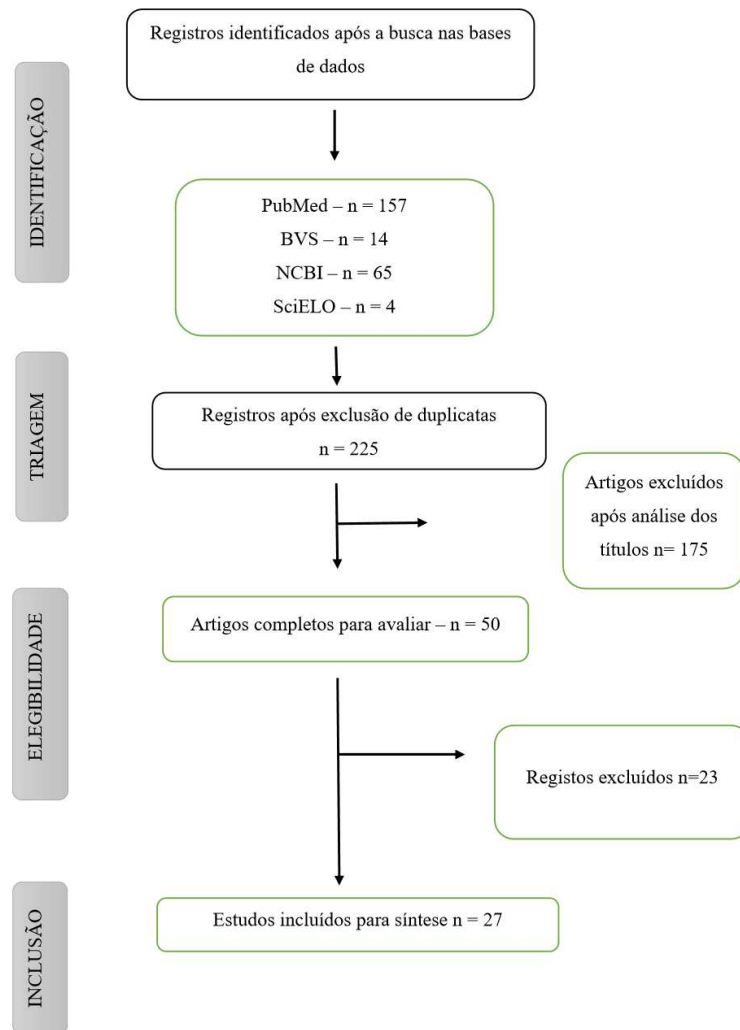


Figura 1 - Diagrama de fluxo da triagem e seleção de artigos.

A laserterapia de baixa potência tem sido utilizada em diversos procedimentos clínicos na prática odontológica, sendo uma tecnologia inovadora de fácil manuseio e sem contraindicação. Para a implantodontia tem sido recomendada para potencializar o processo de cicatrização óssea, na melhora da cicatrização de feridas e ativação de fibroblastos, como também, na biomodulação do tecido ósseo para a osseointegração dos implantes dentários (ZAYEDE e HAKIM, 2020).

Apesar dos artigos não relatarem alterações estatisticamente elevadas (96%-98%) em relação ao grupo de controle (95%-97%), como os de Elkathan *et al* (2019), Kim *et al* (2016) e Lobato *et al* (2020), os resultados demonstraram que o uso do laser de baixa potência tem ação bioestimuladora no processo de osseointegração dos implantes dentários, principalmente quando utilizado doses baixas entre 1J-5J com comprimentos de onda na faixa de 600-1100nm.

De acordo com Na *et al* (2018) ainda não é claro como as células respondem a energia da luz aplicada, uma vez que a estimulação da luz afeta vias de sinalização que regulam várias atividades celulares, tais como a viabilidade, proliferação e diferenciação celular. De acordo com o autor, a estimulação celular ocorre pela incidência dos fótons através da via extracelular da proteína quinase, regulada por sinal via PI3K / Akt e via Src devido à irradiação do laser afetar a troca de íons  $Ca^{+2}$  nas membranas celulares. Desta forma, a elevação da proteína quinase C resulta no aumento da proliferação celular. Este mecanismo de ação também foi descrito por Li *et al* (2017), que demonstrou que a via de sinalização das proteínas hedgehog promove a proliferação de células MC3T3-E1 (células osteoblásticas) em resposta à estimulação da luz do laser.

Associado a isso, o experimento de Na *et al* (2018) revelou que a reparação tecidual depende da dose de luz incidente no tecido. Em seu trabalho, a atividade metabólica das células osteoclásticas foram afetadas pela luz do laser, ocorrendo um aumento de 50% na diferenciação deste tipo celular em resposta a  $1J/cm^2$ , se comparado a fase inicial sem aplicação do laser. Os resultados desta análise mostraram que os três tipos celulares (osteócitos, osteoblastos e osteoclastos) respondiam diferentemente ao estímulo luminoso do laser, concluindo que a resposta celular é dependente da dose de energia aplicada aos tecidos.

Dos onze artigos selecionados para análise dos protocolos terapêuticos descritos na literatura, dois experimentos foram realizados no Brasil, dois na Macedônia, dois no Irã, um na Coreia, um na Polônia, um nos Estados Unidos, um na Sérvia e um na Índia. Os protocolos de Arakebee *et al* (2019), Massotti *et al* (2015), Memarian *et al* (2018), Matys *et al* (2019) e Mohajerani *et al* (2020), evidenciaram que o uso do laser de baixa potência sozinho ou quando

associado a outra ferramenta, como a L-PRF, resulta em um melhor desempenho na osseointegração dos implantes dentários.

Na pesquisa de Memarian *et al* (2018), o protocolo de aplicação de laser que influenciou na melhoria da estabilidade primária e secundária dos implantes foi composto pela aplicação do Laser de Diodo 810nm sob uma dose de energia de  $20 \text{ J / cm}^2$  e potência de 50mW, de modo que a aplicação do laser durou 400s, e o contato foi em uma superfície com área de  $1 \text{ cm}^2$ , pressionando suavemente o tecido mole. O trabalho de Massotti *et al* (2015) utilizou a mesma dose de energia  $20 \text{ J / cm}^2$  e potência de 50mW com o laser de diodo de alumínio-gálio-arseneto (AlGaAs) 830nm durante 200s. Os resultados encontrados em ambos os experimentos foram positivos nos grupos que utilizaram a energia de  $20 \text{ J / cm}^2$ , reafirmando a ideia de que a dose de energia é um diferencial na resposta terapêutica.

Os protocolos realizados por Kim *et al* (2016) e Lobato *et al* (2020) que envolveram respectivamente a aplicação do laser de diodo Ga-Al-As com comprimento de onda de 808 nm com potência de 100mW e dose de energia de  $48\text{J/cm}^2$  durante 60s; e o Laser de Diodo de Arseneto de Gálio-Alumínio [GaAlAs] 808nm com potência de 50mW e dose de energia de  $66\text{J/cm}^2$  durante 83s, intensificaram o processo de osseointegração dos implantes dentários, contudo, sem resultados estatisticamente significativos em relação ao grupo de controle. O ensaio clínico de Lobato *et al* (2020) concluiu que o laser de baixa potência não alcançou efeitos estatísticos significativos, no entanto, ressaltou que alguns aspectos podem ter influenciado negativamente no protocolo de laser proposto, como por exemplo, o enxerto de tecido conjuntivo realizado para fornecer um resultado estético adequado ao tecido mole no local do implante. Este procedimento pode ter influenciado negativamente na estabilidade do implante comparado a outros estudos que não trabalharam com este tipo de enxerto, além da principal limitação da pesquisa que foi de realizar a aplicação do laser somente no dia da cirurgia, uma vez que a frequência das sessões tem efeitos diferentes sobre os resultados estudados.

No estudo de Na *et al* (2018) a fotobiomodulação por laser afetou a proliferação de células osteoblásticas e a diferenciação dos osteoclastos, com análise estatística dentro do aceitável ( $p < 0,05$ ). O protocolo utilizado foi com o Laser de Diodo 940nm com potência 0, 1,67, 8,33 e 12,5 mW por 10 min e densidade de energia de 0, 1, 5 e  $7,5 \text{ J / cm}^2$ . O resultado encontrado neste artigo se assemelha ao de Massotti *et al* (2015) realizado em mandíbulas de coelho, por apresentar valores semelhantes na análise estatísticas de seus experimentos ( $p < 0,05$ ).

Os artigos selecionados para análise dos protocolos não sugeriram nenhum programa de terapia padrão considerando a dose, a duração da aplicação, regime de pulso (pulsado ou

contínuo), potência de pico e disfunção tratada. A variedades presentes na literatura aumentam a heterogeneidade de protocolos e resultados do tratamento com a LTBI (Laserterapia de Baixa Intensidade) dificultando a escolha dos parâmetros, por parte dos profissionais. Para tanto, os valores médios encontrados nesta pesquisa para comprimento de onda ficaram entre 635nm – 940nm; o número de aplicações foi entre 2-7 vezes; a energia utilizada variou de 1J – 5J, dando uma média de energia total variando em torno de 0,5 J – 4,24J; a potência do aparelho foi entre 10mW – 100mW; e a dose de energia aplicada por cm<sup>2</sup> foi entre 1J-20J, com média de 17,8J/cm<sup>2</sup>. O Quadro a baixo mostra a distribuição dos protocolos dos artigos selecionados por autor, ano de publicação, país, título, protocolo, resultados e conclusão (n= 11).



Quadro 1- Amostragem dos Artigos Categorizados por: Autor\Ano\País, Título, Protocolo e Resultados.

Autor	Título	Protocolo	Resultados
Arakebee <i>et al</i> , 2019. Macedônia.	Effect of Combined Application of Growth Factors and Diode Laser Bio-Stimulation on the Osseo Integration of Dental Implants.	Laser de diodo classe IIIB (Arseneto de Gálio-Alumínio) (808 nm); 20 J / cm <sup>2</sup> por min (10 J / cm <sup>2</sup> entregue em 30 segundos bucalmente e 10 J / cm <sup>2</sup> entregue em 30 segundos lingualmente).	O grupo LLLT apresentou a menor melhora em comparação com o grupo L-PRF + LLLT.
Elkathan <i>et al</i> , 2019. Macedônia.	Effects of Different Parameters of Diode Laser on Acceleration of Orthodontic Tooth Movement and Its Effect on Relapse: An Experimental Animal Study	Laser de Diodo InGaAs (arsenieto de índio e gálio) 940nm; 100mW\min com densidade de energia 830mW\cm <sup>2</sup> .	O LLLT promoveu melhores resultados histológicos e histomorfométricas melhores que o grupo de controle; Taxa de sucesso 96%.
Kim <i>et al</i> , 2016. Coréia.	Low-level laser therapy affects osseointegration in titanium implants: resonance frequency, removal torque, and histomorphometric analysis in rabbits	Laser de Diodo Ga-Al-As 808nm, densidade de potência 830 mW / cm <sup>2</sup> por um min e 100mW de potência.	Na avaliação histológica e histomorfométrica observou-se maior aderência do osso ao implante no grupo tratado com LLLT e a taxa de sucesso dos implantes foi de 96%.
Lobato <i>et al</i> , 2020. Brasil.	Influence of low-level laser therapy on implant stability in implants placed in fresh extraction sockets: A randomized clinical Trial	Laser de Diodo de Arseneto de Gálio-Alumínio [GaAlAs] 808nm, potência de 50mW, dose de energia de 11J / cm <sup>2</sup> por ponto (aplicado em 6 pontos de 0,71cm) durante 1,23 min por ponto. Dose total de 66J/cm <sup>2</sup> .	Nenhuma diferença foi observada no grupo do LLLT ao grupo de controle em relação ao ISQ e exames radiográficos.
Na <i>et al</i> , 2018. Estados Unidos.	Dose analysis of photobiomodulation therapy on osteoblast, osteoclast, and osteocyte.	Laser de Diodo 940nm, potência 0, 1,67, 8,33 e 12,5 mW por 10 min, densidade de energia de 0, 1, 5 e 7,5 J / cm <sup>2</sup> .	Os resultados sugerem que existem doses ideais para cada tipo celular (osteoblastos e osteoclastos) e que existem um limiar de dosagem. No estudo, estas células responderam melhor a dose de 1J/cm <sup>2</sup> .

Mandić <i>et al</i> , 2015. Sérvia.	Influence of postoperative low-level laser therapy on the osseointegration of self-tapping implants in the posterior maxilla: A 6-week split-mouth clinical study	Laser de Arseneto de Gálio-Alumínio (GaAlAs) de 637 nm, potência 40mW, dose de energia de 6,26J/ cm <sup>2</sup> . Aplicação durante 7 dias após inserção do implante.	A taxa de sucesso em outros implantes antes da aplicação do laser era de 100% e após a aplicação continuou sem alterações.
Massotti <i>et al</i> , 2015. Brasil.	Histomorphometric Assessment of the Influence of Low-Level Laser Therapy on Peri-Implant Tissue Healing in the Rabbit Mandible.	Laser de arsenieto de gálio-alumínio (AlGaAs), 830nm, 50 mW, área de spot de 0,002827 cm <sup>2</sup> , densidade de energia de 5J/ cm <sup>2</sup> à 20J/ cm <sup>2</sup> .	A avaliação histomorfométrica mostrou maior formação de fibras colágenas no grupo com aplicação de 20 J / cm <sup>2</sup> de energia.
Memarian <i>et al</i> , 2018. Irã.	The effect of low-level laser 810 nm and light-emitting diode photobiomodulation (626 nm) on the stability of the implant and inflammatory markers interleukin-1 beta and prostaglandin E2, around implants.	Laser de Diodo 810 nm, potência de 50 mW e quantidade de energia de 20 J / cm <sup>2</sup> por 400s.	O grupo do laser apresentou pouca alteração na estabilidade do implante; não obteve resultados sobre o nível dos marcadores inflamatórios em 4 e 8 semanas.
Matys <i>et al</i> , 2019. Polônia.	Photobiomodulation by a 635nm Diode Laser on Peri-Implant Bone: Primary and Secondary Stability and Bone Density Analysis—A Randomized Clinical Trial.	Laser de Diodo 635nm, potência de 100mW e densidade de energia 4J/ cm <sup>2</sup> por ponto, com 8J/ cm <sup>2</sup> no total. Foi realizada irradiação 1 dia antes da cirurgia e 2, 4, 7 e 14 dias depois. Total de energia após finalizar as sessões foi de 48J.	Houve mínima diminuição da estabilidade após 2 semanas no grupo irradiado por laser. Após 12 semanas a estabilidade dos implantes foi maior no grupo do laser. A estabilidade primária foi maior no grupo do laser conjugado com PTV (Teste Periotest).
Mohajerani <i>et al</i> , 2020. Índia.	Can Low-Level Laser and Light-Emitting Diode Enhance the Stability of Dental Implants?	Laser de Diodo 830nm, potência de 10mW / 0,0015 cm <sup>2</sup> . Combinado com LED de 632 nm. Realizado em 20min por dia durante 10 dias.	Os resultados demonstraram um aumento na quantidade de ISQ no grupo 1 nos tempos 1 (10 dias após a inserção do implante), 2 (21 dias após inserção do implante), 3 (6 semanas após inserção do implante) e 4 (9 semanas após inserção do implante). No grupo de controle, a quantidade de ISQ diminuiu em 10 dias e 21 dias após

			inserção do implante e, em seguida, aumentou nos dias 42 e 63.
Torkzaban <i>et al</i> , 2017. Irã	Low-level laser therapy with 940 nm diode laser on stability of dental implants: a randomized controlled clinical trial	Laser de Diodo 940nm, potência 100mW com dose de energia de 4J/ cm <sup>2</sup> em cada lado (vestibular e palatino) totalizando 8J/ cm <sup>2</sup> por sessão num total de 12 dias.	Não houve diferença significativa entre os grupos de teste e de controle, como não teve diferença significativa na estabilidade do implante ao osso.

Fonte: Elaboração própria (2021).

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O laser de baixa intensidade tem um potencial de influência clínica positiva no aprimorando do processo de osseointegração dos implantes dentários, através do aumento da atividade metabólica de células envolvidas neste processo, e conseqüentemente na aceleração da osseointegração. No entanto, há um número limitado de estudos de alta qualidade com resultados estatisticamente estáveis, associado ao vasto número de protocolos com diferentes parâmetros de laser utilizado.

Assim, faz-se necessário a padronização dos protocolos em laserterapia de baixa potência através da realização de estudos clínicos em seres humanos, para aumentar a confiabilidade e melhorar os resultados pós-operatórios da osseointegração de implantes dentários, sendo capaz de resultar no preenchimento de espaços que ainda existem nos mecanismos básicos subjacentes à laserterapia de baixa intensidade.

## 6 REFERÊNCIAS

ALAZZAWI, M.M.J. *et al.* Effect of low level laser and low intensity pulsed ultrasound therapy on bone remodeling during orthodontic tooth movement in rats. **Progress in Orthodontics**. Malasia, v.19, n. 10, p.1-11. 2018.

ARAKEEB, M. A. A. *et al.* Effect of Combined Application of Growth Factors and Diode Laser Bio-Stimulation on the Osseo Integration of Dental Implants. **Jornal macedônio de acesso aberto de ciências médicas**. Macedônia, v. 7, n.15, p. 2520-2527. 2019.

BALLO, A. *et al.* Nanostructured model implants for in vivo studies: influence of well-defined nanotopography on de novo bone formation on titanium implants. **International journal of nanomedicine**. Gotemburgo, v. 6, p.3415–3428. 2011.

CHAPPUIS, V. *et al.* Osseointegration of ultrafine-grained titanium with a hydrophilic nano-patterned surface: an in vivo examination in miniature pigs. **Biomater Sci**. Bern, v. 21, n. 6, p. 2448-2459. 2018..

ELKATTAN, A. E. *et al.* Effects of Different Parameters of Diode Laser on Acceleration of Orthodontic Tooth Movement and Its Effect on Relapse: An Experimental Animal Study. **Jornal macedônio de acesso aberto de ciências médicas**. Cairo, v. 7, n. 3, p. 412-420. Fev. 2019.

FERREIRA, A. G. F. **Aplicação do laser de baixa intensidade no processo de cicatrização de ferida cirúrgica: padronização dos parâmetros dosimétricos**. 2016. Dissertação de Pós-Graduação do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais – Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

FREITAS, L. F. e HAMBLIN, M. R. Proposed Mechanisms of Photobiomodulation or Low-Level Light Therapy. **IEEE journal of selected topics in quantum electronics**. São Paulo, v. 22, n. 1, p.1-37. 2017.

JESUS, K. L. **Avaliação dos efeitos do laser de baixa intensidade na osseointegração de implantes com diferentes superfícies: análise por frequência de ressonância e biomecânica**. 2017. Trabalho de Conclusão do Curso de Odontologia Araçatuba – Universidade Estadual Paulista. Araçatuba, 2017.

JORGE, A.C.T; CASSONI, A; RODRIGUES, J. A. Aplicações dos Lasers de Alta Potência em Odontologia. **Revista Saúde**. São Paulo, v. 4, n. 3, p. 25-33. 2010.

KARACA, IR.; ERGUN, G.; OZTURK, D. N. Is Low-level Laser Therapy and Gaseous Ozone Application Effective on Osseointegration of Immediately Loaded Implants? **Nigerian Journal of Clinical Practice**, Nigéria, v. 21, p. 703-710. 2018.

KIM, J.R. *et al.* Low-level laser therapy affects osseointegration in titanium implants: resonance frequency, removal torque, and histomorphometric analysis in rabbits. **J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg**. Yangsan, v. 42, n. 1, p. 2-8. 2016.

Li, Q. et al. Laser irradiation promotes the proliferation of mouse pre-osteoblast cell line MC3T3-E1 through hedgehog signaling pathway. **Lasers Med Sci**. Londres, v.32, n. 7, p. 1489-1496. 2017.

LOBATO, R. P. B. **Influência da terapia com laser de baixa potência em implantes unitários imediatos: Ensaio clínico randomizado**. 2019. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Prótese Dentária – Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2019.

LOBATO, R.P.B. et al. Influence of low-level laser therapy on implant stability in implants placed in fresh extraction sockets: A randomized clinical trial. **Wiley Periodicals LLC**. Brasil. v. 23, n. 2, p. 2-9. 2020.

MANDIĆ, B. et al. Influence of postoperative low-level laser therapy on the osseointegration of self-tapping implants in the posterior maxilla: A 6-week split-mouth clinical study. **Vojnosanit Pregl**. Servia, v.72, n. 3, p. 233-240. 2015.

MASSOTTI, F. P. *et al.* Histomorphometric assessment of the influence of low-level laser therapy on peri-implant tissue healing in the rabbit mandible. **Photomedicine and laser surgery**. Porto Alegre, v. 33, n.3, p.123-128. 2015.

MATYS, J. et al. Photobiomodulation by a 635nm Diode Laser on Peri-Implant Bone: Primary and Secondary Stability and Bone Density Analysis-A Randomized Clinical Trial. **BioMed research international**. Wschowa, v.1, p. 1-8. 2019.

MEMARIAN, J.; KETABI, M.; AMINI, S. The effect of low-level laser 810 nm and light-emitting diode photobiomodulation (626 nm) on the stability of the implant and inflammatory markers interleukin-1 beta and prostaglandin E2, around implants. **Dental research journal**. Isfahan, v. 15, n. 4, p. 283-288. 2018.

MENDES, V.C e DAVIES, J.E. Uma nova perspectiva sobre a biologia da osseointegração. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**. Toronto, v.70, n.2, p.166-171. 2016.

MOHAJERANI, H. et al. Can Low-Level Laser and Light-Emitting Diode Enhance the Stability of Dental Implants? **J. Maxillofac. Oral Surg**. India. v. 19, n. 1, p. 302-306. 2020.

NA, S. *et al.* Dose analysis of photobiomodulation therapy on osteoblast, osteoclast, and osteocyte. **Journal of Biomedical Optics**. Indianapolis, v. 23, n. 7, p 1-8. 2018.

ROSENBERG. N.; GENDELMAN, R.; NOOFI, N. Photobiomodulation of human osteoblast-like cells in vitro by low-intensity-pulsed LED light. **FEBS Open Bio**. Israel, v.10, p.1276-1287. 2020.

SHAH, F.A. *et al.* Laser-Modified Surface Enhances Osseointegration and Biomechanical Anchorage of Commercially Pure Titanium Implants for Bone-Anchored Hearing Systems. **PloS One**. Gotemburgo, v. 11, n. 6, p. 1-24. 2016.

TEIXEIRA, E.R, et al. The Influence of Low-Level Laser on Osseointegration Around Machined and Sandblasted Acid-Etched Implants: A Removal Torque and Histomorphometric Analyses. **J Oral Implantol**. Porto Alegre, v. 41, p. 407-413. 2015.

TERCETTI, P. C.V. **Distribuição das Intensidades de Luz do Laser Ingaaip de 660nm pelos Tecidos do Hálux em Voluntários Sadios.** 2020. Dissertação de Programa de Pós-Graduação em Bioengenharia - Universidade Brasil. São Paulo. 2020

TORKZABAN P. et al. Low-level laser therapy with 940 nm diode laser on stability of dental implants: a randomized controlled clinical trial. **Lasers em Ciências Médicas.** Teerã, v. 33, n.2, p. 287–293. 2017.

ZAYEDE, S. M; HAKIM, A.A.A. Clinical Efficacy of Photobiomodulation on Dental Implant Osseointegration: A Systematic Review. **Saudi Journal of Medicine & Medical Sciences.** Egito, v. 8, n. 2, p. 80-86. 2020.