

# O USO DA LASERTERAPIA NA REGENERAÇÃO ÓSSEA EM IMPLANTODONTIA

## *THE USE OF LASER THERAPY IN BONE REGENERATION IN IMPLANTOLOGY*

Lucas Rhanielly Silva de Oliveira<sup>1</sup>; Renata Nogueira Barbosa Marchon<sup>2</sup>

### RESUMO:

Dentro da implantodontia, busca-se a osseointegração, que se caracteriza pelo íntimo contato entre o implante e o osso, sem a presença de tecido conjuntivo fibroso na interface implante/osso. O tecido ósseo logo após ser agredido, inicia o processo de cicatrização imediatamente após a lesão tecidual. Os lasers de baixa potência podem induzir uma resposta celular, através da transformação da energia luminosa incidente em energia bioquímica, provocando a restauração da função celular e melhoria no reparo tecidual, além de possuírem ação analgésica e anti-inflamatória. A formação óssea no pós-cirúrgico em implantodontia, com a utilização dos lasers de baixa potência ameniza o edema e acelera a regeneração óssea dos implantes. O objetivo deste estudo é uma revisão de literatura sobre o efeito da laserterapia de baixa potência (LTBP) na osseointegração. Todos os autores concordam que o uso da LTBP na implantodontia traz vários benefícios, fazendo com que a área onde o implante será instalado, passe por todos os processos regenerativos de forma acelerada e benéfica a recuperação do paciente. O processo de regeneração óssea com a irradiação com lasers de baixa potência promove uma aceleração na cicatrização do tecido injuriado, fazendo com que tenha estabilidade e resistência. Entretanto, os estudos não seguem uma metodologia padronizada, e os autores recomendam que mais estudos são necessários, descrevendo os lasers e parâmetros utilizados, para esclarecer as vantagens do emprego de lasers para estimular a regeneração óssea.

**Descritores:** Laserterapia; Osseointegração; Regeneração óssea; implantes dentários

### ABSTRACT

Within implant dentistry, osseointegration is sought, which is characterized by intimate contact between the implant and the bone, without the presence of fibrous connective tissue at the implant/bone interface. The bone tissue, after being attacked, starts the healing process immediately after the tissue injury. Low power lasers can induce a cellular response, through the transformation of incident light energy into biochemical energy, causing the restoration of cellular function and improvement in tissue repair, in addition to having analgesic and anti-inflammatory action. Post-surgical bone formation in implant dentistry, with the use of low-power laser, alleviates edema and accelerates bone regeneration of implants. The aim of this study is a literature review on the effect of laser therapy on osseointegration. All authors agree that the use of low level laser therapy (LLLT) in implant dentistry brings several benefits, making the area where the implant will be installed undergo all regenerative processes in an accelerated and beneficial way for the patient's recovery. The bone regeneration process with low power lasers irradiation promotes acceleration in the healing of the injured tissue, making it stable and resistant. However, the studies do not follow a standardized methodology, and the authors recommend that more studies are needed, describing the lasers and parameters used, to clarify the advantages of using lasers to stimulate bone regeneration.

**Keywords:** Laser therapy; Osseointegration; Bone regeneration; dental implants.

1 Acadêmico do 10º período do Curso de Graduação em Odontologia do Centro Universitário Serra dos Órgãos- UNIFESO.

2 Docente do Curso de Graduação em Odontologia do Centro Universitário Serra dos Órgãos- UNIFESO.

## 1. INTRODUÇÃO

Com os avanços da ciência, a cada dia uma nova tecnologia é implantada no campo da saúde. Seja terapêutico, cirúrgico ou de pesquisa; todo ano há uma nova descoberta para ferramentas nunca utilizadas ou para outras que eram empregadas de outras formas. Assim foi com o laser, especificamente na odontologia (NETO FERNANDES *et al.*, 2017).

A luz laser consiste em uma radiação não ionizante, capaz de produzir efeitos terapêuticos nos tecidos alvos. Os lasers são classificados de acordo com a sua potência, podendo ser de alta ou baixa potência. Os de alta potência (> 500 mW) são utilizados em procedimentos cirúrgicos, pelo seu efeito térmico, promovendo excisão, coagulação, incisão ou carbonização dos tecidos, dependendo dos parâmetros empregados. Os de baixa potência (< 500 mW) utilizados em saúde emitem radiação nas faixas do visível e infravermelho (IR) do espectro eletromagnético não induzem alterações térmicas maiores do que 0,5 °C nos tecidos. Proporcionam a fotobiomodulação nos tecidos, otimizando o processo inflamatório, com promoção de analgesia, redução de edema e dor, aumento na síntese de colágeno, estímulo à angiogênese, o que torna o seu uso atrativo para o cirurgião dentista (POL *et al.*, 2016; ANG *et al.*, 2018; CONVISSAR, 2020).

A utilização da laserterapia de baixa potência, na faixa do infravermelho, diretamente nas regiões que estão passando pelo processo de osseointegração, estimula a modulação da resposta inflamatória inicial, que fará a região voltar em condições normais aos períodos anteriores, proporcionando a regeneração tecidual ao estimular a cura do tecido conjuntivo e formação de novos vasos sanguíneos oriundos de vasos pré-existentes. Com consequente aceleração da osseointegração, após a instalação do implante (Pretel, Lizarelli e Ramalho, 2007). Considerando a importância do uso de implantes na reabilitação oral do paciente, sendo a osseointegração está diretamente relacionada ao sucesso deste tratamento, e que a laserterapia pode contribuir com este processo, esta revisão de literatura, mostra-se de relevância acadêmica, pois visa descrever os efeitos específicos do laser na osseointegração dos implantes dentários.

## 2. OBJETIVOS

**Primário:** Fazer uma revisão de literatura acerca dos efeitos da laserterapia na osseointegração de implantes.

**Secundários:** Definir a importância da osseointegração para o sucesso do tratamento com implante dentário; ressaltar os benefícios da laserterapia para a osseointegração de implantes dentários.

## 3 REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 Tecido Ósseo

O tecido ósseo é definido como uma forma altamente especializada do tecido conjuntivo, formado por células e material extracelular calcificado, denominado matriz óssea (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2008).

A formação do tecido ósseo pode ocorrer por um processo designado por ossificação intramembranosa que se passa no interior de membranas de tecido conjuntivo, ou por ossificação endocondral que tem o início como cartilagem hialina e, em seguida é substituído por tecido ósseo. Este tecido inicialmente formado é um tecido primário que de modo gradual é substituído por tecido secundário (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2008).

Existem quatro tipos de células no tecido ósseo, as células osteoprogenitoras, os osteócitos, os osteoblastos e os osteoclastos (ROSS e WOJCIECH, 2021).

As células osteoprogenitoras ficam estabilizadas como meio de reserva celular. Ao passarem por estímulos, elas se transformam em osteoblastos e produzem matriz óssea. Elas têm a sua reserva localizada nas superfícies dos ossos durante o crescimento e no adulto durante a remodelação óssea (ROSS e WOJCIECH, 2021).

Os osteócitos são osteoblastos já maduros que perdem a capacidade de síntese de matriz óssea. Dada a transformação de osteoblastos em osteócitos, sua quantidade é dependente da velocidade em que o osso é formado. O osso de reparação óssea e o osso embrionário tem mais osteócitos que o osso lamelar (NANCI, 2018).

Os osteoblastos secretam colágeno, sialoproteínas ósseas, osteocalcina e outros constituintes da matriz óssea. Os osteoblastos também interferem na calcificação da matriz, secretando para o seu interior vesículas que são ricas em fosfatase alcalina e cálcio e ao romperem tem a capacidade de iniciar a mineralização (ROSS e WOJCIECH, 2021).

Os osteoclastos têm a função de reabsorver o osso, quando em atividade repousam sobre a superfície do osso que irá ocorrer a reabsorção. O novo osso é então formado por baixo de uma lacuna de reabsorção (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2008).

### 3.1.1 Remodelamento Ósseo

O osso é um tecido biológico dinâmico e composto por células ativas, que estão integradas em uma estrutura rígida. A aposição óssea e a reabsorção permitem um processo de remodelação contínuo (KALFAS, 2001), tendo a função de ajustar a arquitetura óssea de forma que responda às necessidades mecânicas e a reparar eventuais danos na matriz óssea (HADJIDAKIS e ANDROULAKIS, 2006).

A remodelação óssea é caracterizada por um processo cíclico que ocorre essencialmente através da ação dos osteoclastos e osteoblastos. Os osteoclastos são responsáveis pela reabsorção e os osteoblastos fazem a aposição óssea. Ambos possibilitam uma perfeita homeostasia tecidual (PRETEL, LIZARELLI e RAMALHO, 2007; JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2008; Fernández, Aznar e Martinez, 2012).

### 3.1.2 Regeneração Óssea

A regeneração óssea é um processo biológico, influenciado por fatores externos, como estímulos mecânicos e bioquímicos, que são muito importantes para a preservação do osso (MEYER, JOOS e Wiesmann, 2004).

Diante de uma injúria no tecido ósseo, como os defeitos criados cirurgicamente, uma série de acontecimentos ocorre para que haja a regeneração óssea. A resposta da cicatrização vai depender do tipo e da natureza do tecido lesado. Quando há restituição por meio de um tecido sem distinção do tecido de origem com o novo tecido, no caso quando não há cicatriz, ocorre o processo de regeneração. Este processo é visto apenas em tecido ósseo e no fígado (MILORO e KOLOKYTHAS, 2013).

Logo após uma injúria tecidual, se inicia o processo da cicatrização óssea. Ocorre extravasamento de sangue e logo em seguida é a fase da agregação plaquetária para fechar os vasos rompidos e desse modo, cessar o sangramento, chamada de fase inflamatória. São liberadas na lesão citocinas que produzem sinais quimiotáticos que recrutam neutrófilos e macrófagos, para remover bactérias e tecidos necróticos e outros componentes degradados da matriz (MILORO e kolokythas, 2013).

Os macrófagos exercem a função de recrutamento celular, indução de matriz extracelular, modulação da angiogênese e a remodelação tecidual. Fibroblastos são estimulados, ocorrendo assim, a síntese do colágeno e neoformação de vasos sanguíneos onde ocorreu a injúria. Os macrófagos se mantêm no local onde está ocorrendo a regeneração, até que o processo finalize por completo (MEDEIROS e DANTAS-FILHO, 2017).

O tecido ósseo tem uma grande capacidade de se regenerar, sendo que em condições extremas, quando a injúria é muito extensa, proporciona uma deficiência na vascularização ou uma instabilidade da fratura, o

que pode comprometer ou inviabilizar o reparo ósseo (PINHEIRO e GERBI, 2006). De acordo com Hallman e Thor (2008), a cicatrização de enxertos ósseos é semelhante em vários aspectos à cicatrização de fraturas.

### 3.1.3 Enxertos Ósseos

O osso é um tecido conjuntivo especializado que se modifica ao longo da vida do organismo. Quando há a presença de uma lesão, possui um poder regenerativo de reparação sem cicatrizes, mas quando o defeito ósseo é mais extenso, existe a necessidade da utilização de enxertos ósseos, para alcançar a regeneração completa (FARDIN *et al.*, 2022).

Há diversos tipos de enxertos e áreas doadoras, como enxertos autógenos (tecido do próprio paciente) sendo indicado como padrão ouro nas reabilitações; enxertos alogênicos (da mesma espécie do paciente) sendo mais sensível e criteriosa a sua obtenção, por conta de riscos de transmitir doenças, e sendo necessário exames clínicos para despistar qualquer hipótese de patologia; xenógenos (origem bovina ou suína), considerados seguros para uso em humanos porque são liofilizados para remoção de agentes proteicos que podem desencadear uma resposta imunológica indesejada, como gordura, células medulares, além de agentes infecciosos; aloplástico (biomaterial sintético) por conta da sua compatibilidade com o tecido humano, eles não causam danos ao paciente (BUGARIN *et al.*, 2007; Kao *et al.*, 2007; Oltramari *et al.*, 2007; NOIA *et al.*, 2009; MARDAS, 2010; Satyanarayana *et al.*, 2012; NEVINS *et al.*, 2013).

Os materiais de enxerto ósseo irão afetar a formação de osso novo no local do defeito de várias formas. O material pode induzir a formação óssea por meio de sinalização celular ou através da transferência de células osteoprogenitoras, ou simplesmente ficar como uma base para o organismo desenvolver um novo osso no local, sendo assim, esses materiais podem ser classificados quanto à sua função e interação com o organismo. Tendo seu objetivo em fornecer suporte para o organismo criar novo osso no local do defeito e com a osteocondutividade, irá induzir crescimento ósseo no interior do enxerto que irá promover estabilidade ao implante (Mesa *et al.*, 2008; RODEN, 2010).

## 3.2 IMPLANTES DENTÁRIOS

Um grande avanço na reabilitação da perda de dentes, foi o uso de implantes osseointegrados para repor estes elementos perdidos, sejam eles unitários ou múltiplos. O grande sucesso da instalação destes implantes, se perpetua diretamente com a carga oclusal, afetado também pela forma do implante, a estabilidade do material no local implantado, a técnica que foi feita a cirurgia, e claro a osseointegração (SILVA *et al.*, 2016).

A osseointegração é um processo em que ocorre uma ancoragem biológica e mecânica do implante ao osso, passando por um processo inflamatório, onde células mesenquimais migram para a superfície onde foi instalado o implante, e após alguns dias começa a formação de osso em que sofre remodelação, o tornando mais mineralizado (ALGHAMDI e JANSSEN, 2020).

A ancoragem biológica se dá pela união do osso neoformado com a superfície do implante, criando uma rede de fibrinas que estabilizará o material. A estabilidade primária do implante é influenciada pelo formato do implante, e terá um papel decisivo nessa união, uma vez que não ocorrendo movimentos progressivos entre implante e osso, a osseointegração conseguirá se completar (BRUNETTO *et al.*, 2016).

## 3.3 LASERS EM ODONTOLOGIA

### 3.3.1 Fundamentos e propriedades dos lasers

Em 1917; Albert Einstein lançou as bases para a criação do laser, que é um acrônimo em inglês de “light amplification by stimulated emission of radiation” (Amplificação da luz por emissão estimulada de radiação). (Moritz, 2006).

A luz laser é monocromática (um único comprimento de onda), coerente e colimada. O comprimento de onda dos lasers dependerá das características do meio onde é gerado, e a interação do laser com os tecidos biológicos depende da capacidade de absorção do laser pelo tecido. Em odontologia, os lasers mais utilizados possuem comprimentos de onda no espectro visível (400 nm a 750 nm) e infravermelho próximo (780 a 1400 nm), porque esses comprimentos de onda são pouco absorvidos pelos principais componentes dos tecidos biológicos, como a água, a hemoglobina e a melanina. Desse modo, conseguem penetrar nos tecidos (ZEZELL, ROSSI e BACHMANN, 2010).

Os lasers podem ser classificados em alta e baixa potência, informada em Watts (MORITZ, 2006). A energia entregue aos tecidos por um equipamento laser em determinado tempo é informado em Joules (J). (ZEZELL; ROSSI e BACHMANN, 2010).

Os efeitos de fotobiomodulação da radiação laser foram descobertos acidentalmente em estudos feitos por Mester *et al.*, (1971) para verificar se o uso do laser de baixa potência (LBP) poderia induzir um efeito carcinogênico, mas o que se observou foi uma aceleração da cicatrização de feridas e queimaduras, devido a um efeito bioestimulador.

Nas últimas décadas, a tecnologia do laser tem sido difundida em todo o mundo. Dando ênfase na área médica e paramédica, foi constatado que o uso cirúrgico do laser seria altamente benéfico. Há vários tipos de lasers disponíveis, principalmente os usados em cirurgia. Cada laser emite um comprimento de onda específico, que exercerá um efeito determinado nos tecidos capazes de absorver essa radiação (BRUGNERA JR, 2007; GARCEZ, 2012).

O uso dos lasers deve sempre respeitar os cuidados com acidentes (uso de proteção ocular para o paciente e profissionais, treinamento de profissionais, prevenção de contaminação cruzada), e especial atenção deve ser dada ao diagnóstico, evitando-se a irradiação de lesões com potencial de malignidade, glândulas, entre outros (ZEZELL; ROSSI e BACHMANN, 2010).

### 3.3.3.1 Lasers de alta potência

Os lasers de alta potência tem capacidade de emitir acima de 500 mW de potência. São conhecidos também como lasers cirúrgicos, provocando alterações fototérmicas nos tecidos alvo. São utilizados geralmente em cirurgias, podendo realizar incisão, vaporização, coagulação e carbonização, dependendo dos parâmetros empregados. Também promovem descontaminação dos tecidos por seu efeito de aumento de temperatura. Os principais lasers de alta potência utilizados em odontologia em tecidos moles são: Nd:YAG ( $\lambda=1.064$  nm) e CO<sub>2</sub> ( $\lambda=9.300$  nm, 9.600 nm, 10.300 nm e 10.600 nm), e para tecidos duros são : CO<sub>2</sub>, e o Er:YAG ( $\lambda=2.940$  nm) e Er,Cr:YSGG ( $\lambda=2.780$  nm)(SILVA; DEANA e NAVARRO, 2021).

### 3.3.3.2 Lasers de baixa potência

Os lasers de baixa potência, também conhecidos como lasers terapêuticos, emitem entre 1 a 500 mW, possuindo assim um potencial não destrutivo, com ação analgésica, anti-inflamatória e de bioestimulação tecidual (GenovesE, 2007). Os principais lasers de baixa potência empregados na área de saúde são: He-Ne (Hélio-Neon), e os lasers de diodo (Arseneto de gálio – GaAs e Arseneto de gálio e alumínio – AsGaAl), comercialmente disponíveis em diversos comprimentos de onda no espectro visível e infravermelho próximo. A

terapia que emprega os lasers em baixa potência é denominada Laserterapia, Fotobiomodulação, Laserterapia em Baixa Intensidade (LTBI) ou Laserterapia de Baixa Potência (LTPB) (HAMBLIN, 2016).

### 3.2.3 Interação do laser com os tecidos

Para que um efeito biológico aconteça, é preciso que ocorra uma interação da radiação laser com os tecidos, que só irá ocorrer quando houver afinidade óptica entre eles. É necessário que alguma estrutura presente no tecido, conhecida como cromóforo, seja capaz de absorver a radiação incidente. A interação pode desencadear efeitos fototérmicos, fotofísicos, fotoquímicos e fotobiológicos (OLIVI *et al.*, 2011; RODRIGUES, ARAÚJO e ARAÚJO, 2021).

A partir do momento em que ocorre a afinidade do laser com o tecido, devido à absorção desta energia pelos cromóforos, em especial a enzima chamada Citocromo C-Oxidase que é encontrado na cadeia respiratória ou cadeia transportadora de elétrons das mitocôndrias, são desencadeadas reações biológicas. Acontece neste mesmo momento um aumento da produção de energia, sob a forma de trifosfato de adenosina (ATP), ativação dos canais de cálcio e bomba de sódio e potássio, manutenção do potencial de membrana e liberação de porfirinas endógenas. Também ocorre a fotodissociação do Óxido nítrico (ON), e liberação de espécies reativas de oxigênio (EROs), que agem como sinalizadores para a síntese proteica e reações metabólicas, aumento na síntese de DNA, estímulo a proliferação celular, o aumento da microcirculação, o estímulo à angiogênese e síntese de colágeno, promovendo uma melhor reparação tecidual, além de uma diminuição da dor e redução do edema (ARJMAND *et al.*, 2021; MARQUES *et al.*, 2010).

Muitos estudos foram feitos para avaliar os efeitos vasculares proporcionados pela irradiação laser. Sabendo-se como ocorre a interação do laser com o tecido, Garavello, Baranauskas e Cruz-Hofling (2004) analisaram em tibia de ratos a influência da laserterapia de baixa potência na neoformação de vasos do osso medular irradiado. O laser de HeNe (632.8nm, 31,5 e 94,5 J/cm<sup>2</sup>) foi o laser de escolha para a irradiação nos vasos sanguíneos. Os autores concluíram que a laserterapia de baixa potência aumentou o número de vasos sanguíneos em análise após 7 dias da irradiação.

Baseado também nas interações do laser com o tecido, Tam (1999) utilizou um laser GaAs, 904nm, DP = 20 mW/cm<sup>2</sup>, que atua na síntese de prostaglandinas, aumentando a transformação de prostaglandina G2 e prostaglandina H2 em prostaglandina I2. Contrariamente ao PGE2, a PGI2 é um vasodilatador muito potente, fazendo com que haja uma proliferação celular muito maior na área irradiada, ocorrendo inibição da agregação plaquetária, adesão de leucócitos que causaram um efeito anti-inflamatório.

A ação anti-inflamatória do laser está associada ao ácido araquidônico que é convertido em prostaglandinas e tromboxanos. Ocorre a redução da expressão de prostaglandina E2 (PGE2), histamina, citocinas pró inflamatórias como IL-1, IL-2, IL-6, TNF $\alpha$ ), reduzindo os processos que levam aos sinais clássicos da inflamação: rubor, edema e dor (MARQUES *et al.*, 2010; RICCIOTTI, 2011).

### 3.2.4 Lasers em Implantodontia

A utilização da LTBP para a bioestimulação tem sido estudado durante muitos anos. Muitos estudos comprovam a modulação de reações inflamatórias, aceleração dos processos de cicatrização, potencialização da regeneração em defeitos ósseos, com um aumento de deposição de cálcio, dependendo do comprimento de onda da irradiação usada no tecido (ZAYED e HAKIM, 2020).

Em odontologia, após extrações, fraturas ósseas ou cirurgias de implantes, o uso da LTBP tem se mostrado benéfico. Os mais encontrados na literatura são os lasers de HeNe (632.8 nm), e os lasers de diodo emitindo no vermelho (660 nm) e no infravermelho próximo (780, 808, 850 e 904 nm), sendo este último com grande poder de penetração (KHADRA *et al.*, 2004; Pinheiro e Brugnera, 2010).

De acordo com Barberis *et al* (1999), o uso do laser de He-Ne (632.8 nm; DE= 88 J/cm<sup>2</sup>) diminui a síntese de prostaglandinas E2, o que poderá explicar a diminuição de dor pelos pacientes com artrite reumatoide, por exemplo. O uso do laser de diodo, 904 nm, E= 5.4 J foi associado a um efeito anti-inflamatório e da diminuição da dor com diminuição da concentração de PGE2.

Nica, Heredeia e Todea (2019) analisaram histologicamente amostras de tecido ósseo e tecidos moles obtidos por trepanação em pacientes submetidos à extração de dentes iguais (molares) em hemiarcos opostos. Um lado foi irradiado com laser IR no pós-operatório (940 nm, 0.9 W; desfocado e sem contato; 36 J; 80 s, 7 sessões, 1 ao dia), e comparado com o lado controle não irradiado, concluindo que no lado irradiado houve aumento da atividade osteoblástica, com neoformação óssea e regeneração de tecidos moles mais rapidamente.

Estudos comprovaram a eficácia da indução de respostas biológicas do laser ao tecido. A fotobiomodulação garante uma produção de matriz óssea mais acelerada, tornando assim o processo da osseointegração mais fugaz. Análises feitas a partir de implantes de titânio em fêmur de ratos, mostraram que entre dois grupos; um que não sofreu irradiação laser (controle) e o outro em que foram irradiados com lasers vermelhos e infravermelhos, o grupo irradiado teve um processo de cicatrização tecidual muito mais acelerada que o grupo controle, comprovando assim a eficácia da laserterapia na regeneração óssea em áreas implantadas (Nicola *et al.*, 2003; DA FONSECA *et al.*, 2022).

Além dos efeitos analgésicos, proporcionando maior conforto no pós-operatório, a LBP ativa a microcirculação, que irá proporcionar o aumento do nível de oxigênio e a nutrição dos tecidos, fazendo com haja uma aceleração do metabolismo e conseqüentemente do reparo tecidual (Kahraman, 2004; Pretel, Lizarelli e Ramalho, 2007; Serra, 2010; Kornman, 2010; HUSSEIN, 2011).

Pesquisas foram feitas em relação ao mecanismo de ação da LBP no processo de cicatrização de implantes odontológicos. Em experimentos realizados em ratos, verificaram que as proteínas sinalizadoras RANK, RANK-L e osteoprotegerina, que regulam a formação, ativação e sobrevivência de osteoclastos na modelagem e remodelação óssea, são influenciadas pela laserterapia de baixa potência pelo aumento das atividades metabólicas do osso e da atividade de células ósseas (KIM *et al*, 2007).

Em uma revisão sistemática envolvendo estudos clínicos randomizados, Vande *et al* (2022) procuraram avaliar o efeito da LTBP na osseointegração de implantes dentários, verificando uma maior estabilidade na osseointegração nos grupos submetidos à irradiação, principalmente nos estágios mais iniciais de cicatrização.

De acordo com estudos feitos por Dörtbudak *et al.* (2002), o laser diodo GaAlAs a 690 nm obteve um efeito bioestimulador nos osteoblastos, causando uma potencialização na aceleração da osseointegração de implantes, possibilitando então, um efeito positivo após o seu uso.

Também foram utilizados testes usando o laser diodo GaAlAs, comprimento de onda de 780nm, 300 J/cm<sup>2</sup>, em implantes odontológicos em fêmur de coelhos. Nestes testes, o fêmur esquerdo era irradiado e o direito foi dado como base de análises morfológicas e histológicas de alterações e não recebendo irradiações. O fêmur esquerdo que recebeu a irradiação teve um aumento de atividades nas células, tanto na reabsorção, quanto na formação óssea no período inflamatório deste processo de reparo, sem alterar a estrutura óssea (Guzzardella *et al.*, 2003; NICOLA *et al.*, 2003).

O uso da laserterapia de baixa potência na reparação de fraturas, em análises histológicas e químicas, demonstrou estímulos a deposição de cálcio e fósforo, resultando em um aumento da deposição de hidroxiapatita durante as fases iniciais do processo de reparação óssea. Uma presença maior de hidroxiapatita, resulta em um osso mais resistente e calcificado (Pinheiro e Brugnera, 2010).

Foi observado o uso da laserterapia como um bioestimulador da osseointegração favorável. Quando ocorre uma reparação óssea usando proteínas morfogênicas do osso (BMPS) a um enxerto autógeno, constatou aumento de depósitos de fibras de colágeno entre 15 e 21 dias. Avaliando clinicamente e histologicamente, é perceptível que a irradiação do laser promove a aceleração do processo de osseointegração com o uso do enxerto

juntamente com proteínas morfogenéticas ósseas (BMPs), tendo assim uma melhor adaptação do implante no osso e favorecendo uma redução de edema e diminuição da dor (DINATO e POLIDO., 2001; GERBI, 2006).

Logo mais à frente, estudos mostraram que a influência da LBP sobre a regeneração óssea e a osseointegração de implantes odontológicos apresentou uma melhor integração óssea destes implantes, mas não obteve resultados significativos na formação óssea do enxerto colocado na região implantada (JAKSE *et al.*, 2007).

Lopes *et al.* (2005) após análises, conferem que a capacidade de bioestimulação da LTBP pode acelerar a maturação do osso ao redor do implante, reduzindo o tempo de osseointegração. Entretanto, não há um consenso em relação aos protocolos de irradiação.

Além do estímulo ao crescimento ósseo, modulação do processo inflamatório e efeitos benéficos como redução de edema e analgesia, foi constatado também o uso dos lasers para a descontaminação de superfícies expostas de implantes com peri-implantite, alcançando ótimos resultados, especialmente com o uso do laser de CO<sup>2</sup>. É necessário cuidado com estas irradiações, pois potências muito altas podem fazer com que ocorra dano no implante (PINHEIRO e BRUGNERA, 2010).

Lasers de érbio, neodímio, diodos de alta potência também já foram pesquisados com esta finalidade, mas os resultados são inconsistentes, principalmente pela grande heterogeneidade nos estudos. A terapia fotodinâmica antimicrobiana também vem sendo pesquisada em periimplantite e na descontaminação prévia de sítios cirúrgicos contaminados. (RAKASEVIC *et al.*, 2016; FARIAS e FREITAS, 2017).

## 4 DISCUSSÃO

Todos os autores consultados para esta revisão concordam que o uso da LTBP na implantodontia, traz vários benefícios, fazendo com que na área onde será colocado o implante aconteça uma otimização dos processos regenerativos, com efeitos benéficos na recuperação do paciente, prolongando o efeito analgésico e obtendo também uma boa osseointegração.

Segundo Pinheiro e Gerbi (2006) em estudos a respeito da LTBP e variados artigos de cicatrização óssea *in vitro* e *in vivo*, análises sobre o tecido ósseo mostraram que a laserterapia de baixa potência tem efeito positivo e pode aumentar a proliferação de osteoblastos, que sintetizam novo tecido ósseo e dos osteoclastos para removerem o tecido danificado, depósito de colágeno e neoformação óssea, além de promover angiogênese (Garavello, Baranauskas e Cruz- Hofling, 2004; ARJMAND *et al.*, 2021; MARQUES *et al.*, 2010).

Corroborando estes estudos, Kimet *al* (2007) ao analisar os processos de cicatrização de implantes com o uso de LBP, encontrou proteínas sinalizadoras que iriam trabalhar principalmente na sobrevivência dos osteoclastos naquele tecido, ocorrendo uma combinação de reabsorção e formação de tecido.

Neste sentido, Guzzardella *et al* (2003) relataram o uso do laser diodo GaAIAs a 780nm e constataram um aumento na formação óssea no período inflamatório. Já nos estudos feitos por Dörtbudak *et al.* (2002), usando o laser de diodo GaAIAs a 690nm, foram registrados aumentos da função osteoblástica e mineralização óssea, de forma muito mais pregressa, sugerindo uma maturação mais rápida, por conta da diferenciação dos osteoblastos após a irradiação.

O laser proporciona ainda uma aceleração no processo de maturação óssea, como concluem Lopes *et al.* (2005), ao relacionarem a esta propriedade a capacidade bioestimulante da LTBP, acabando por permitir o uso da prótese antes mesmo do tempo previsto. Assim como sugerem Khadra *et al.* (2004) ao mencionarem o uso prematuro das próteses, por conta do maior contato entre osso e implante causado pelo aumento de cálcio e fósforo no momento da irradiação laser, sugerindo assim, uma maturação óssea mais rápida.

Sobre o efeito analgésico causado pelos lasers de baixa potência, Kahraman (2004) e Serra (2010) destacam que o mesmo só é possível pela interferência que eles causam na mensagem da dor nos receptores opióides periféricos, inibindo assim os sinais nociceptivos.

Nesse sentido, Kornman (2010), e Pretel, Lizarelli e Ramalho (2007), acrescentam que junto da inibição dos sinais nociceptivos, que fazem com que não ocorra a dor demasiada no local, além de um aumento no nível de oxigênio e uma maior nutrição dos tecidos na área irradiada, ocorrendo uma aceleração no metabolismo e da seguinte forma, um reparo tecidual.

No que diz respeito ao efeito anti-inflamatório causado pela LTBP, Ricciotti (2011) diz que a ação do laser está associada ao ácido araquidônico que é convertido em prostaglandinas. Conforme exemplificou Barberis G, *et al* (1999) ao relatar o uso do laser He-Ne para diminuir a síntese de prostaglandina E2, que apesar de ter seu efeito variando de receptor, promoveu vasodilatação por conta da inibição enzimática causada pela radiação. Ainda em relação à diminuição da síntese de prostaglandina, Tam (1999) percebeu que ao utilizar o laser GaAs, houve a transformação da prostaglandina E2 em L2, porém com uma vasodilatação mais potente daquela observada com o laser He-Ne, proporcionando uma inibição da agregação plaquetária, causando menor edema e rubor ao paciente.

Corroborando com esta percepção, Pretel, Lizarelli e Ramalho (2007) e Hussein (2011), concluíram que devido a esta vasodilatação mais potente proporcionada por conta da transformação de prostaglandina E2 em L2, ocorrerá uma melhora na vascularização e início precoce da resposta inflamatória, que resultará em uma cicatrização mais acelerada do local.

Conclui-se que assim como Dinato e Polido (2001) e Gerbi (2006) em seus estudos comprovaram a eficácia da LTBP com ação bioestimuladora favorável na osseointegração, Genovese (2007); Pretel, Lizarelli e Ramalho (2007); Kornman (2010) e Ricciotti (2011) tiveram grande efetividade nos efeitos analgésicos e anti-inflamatórios dos lasers de baixa potência, trazendo assim um grande avanço na regeneração tecidual óssea na implantodontia.

## 5 CONCLUSÃO

A LTBP tem o potencial de otimizar o processo de regeneração óssea, promovendo uma aceleração na cicatrização do tecido injuriado, fazendo com que haja aumento de depósitos de cálcio, fosforo e hidroxiapatita, incorrendo em um tecido ósseo mais resistente, com maior estabilidade e resistência e uma recuperação pós cirúrgica mais satisfatória para o paciente.

É importante que mais estudos padronizados sejam realizados buscando-se esclarecer qual o melhor comprimento de onda para incrementar a osseointegração dos implantes dentários, assim como os melhores parâmetros a serem utilizados.

## REFERÊNCIAS

Alghamdi, H. S., John A. J. The development and future of dental implants. **Dental Materials Journal**, vol. 39, p.167-172. 2020. doi:10.4012/dmj.2019-140.

ANG, K. C. M. *et al*. Physical properties of root cementum: Part 27. Effect of low level laser therapy on the repair of orthodontically induced inflammatory root resorption: A double-blind, split-mouth, randomized controlled clinical trial. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.3, n.154, p. 326-336. 2018.

ARJMAND, *et al*. Low-Level Laser Therapy: Potential and Complications, **Journal of Lasers in Medical Sciences**, v. 12, n. 1, p. e42–e42, 2021.

BARBERIS, G. *et al*. In vitro synthesis of prostaglandin E2 by synovial tissue after helium-neon laser radiation in rheumatoid arthritis, **Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery**, 14(4), pp. 175–177. 1996.

- Brugnera JR, A. **Atlas de Laserterapia aplicada à clínica odontológica**. Santos. 1º ed, 2007.
- BRUNETTO JL. *et al*. A influência da microgeometria do implante na osseointegração –revisão de literatura. **Revista Uningá Review**, v. 26, n. 1, p. 52-32, 2016.
- BUGARIN JG. Bancos de tecidos musculoesqueléticos no Brasil- Análise à luz da bioética e da biossegurança. (Tese de doutorado). Brasília: faculdade de ciências da saúde, 2007.
- CONVISSAR, R. A. **Princípios e práticas do laser na odontologia**. 1ºed. GEN Guanabara Koogan, 2020.
- DA FONSECA, G. A.M. D.*et al*, Laser-photobiomodulation on titanium implant bone healing in rat model: comparison between 660- and 808-nm wavelength, **Lasers in Medical Science**, v. 37, n. 4, p. 2179–2184, 2022
- DINATO, J. C.; POLIDO, W. D. **Implantes osseointegrados: cirurgia e prótese**. 1.ed. São Paulo: Artes Médicas, 2001.
- DÖRTBUDAK O. *et al*. Lethal photosensitization for decontamination of implant surfaces in the treatment of peri-implantitis. **Clinical Oral Implants Research**, v. 12, n. 1, p. 104-108, 2001.
- FARDIN, A. C. *et al*, Enxerto ósseo em odontologia: revisão de literatura, **Innovations Implant Journal**, v. 5, n. 3, p. 48–52, 2022.
- FARIAS, I. O. B., FREITAS, M. A. Aplicação do laser no tratamento da periimplantite. **Revista Bahiana de Odontologia**, v.8, n.4, p.145-151. 2017. Doi: 10.17267/2238-2720revbahianaodonto.v8i4.1548
- Fernandes Neto, J. A., Silva, A. M. T., Oliveira, C. L., Catão, M. H. C. V. Habilitação em laserterapia para cirurgiões-dentistas: uma análise por estados e regiões brasileiras. **Archives of Oral Investigation**, v.6, n.1. 2017.
- Fernández, J., Aznar G. e Martínez, R. Piezoelectricity could predict sites of formation/resorption in bone remodelling and modeling, **Journal of Theoretical Biology**, v.292, p. 86–92. 2012.
- GARAVELLO, I.; BARANAUSKAS, V.; CRUZ- HOFLING, M. A. The effects of low laser irradiation on angiogenesis in injured rat tibiae. **Histology Histopathology**, v. 19, no. 1, p. 43-8 2004.
- Garcez, A. *In*: Laser de baixa potência: princípios básicos e aplicações clínicas na odontologia. . 1.ed. Rio de Janeiro, 2012.
- GENOVESE, W. *In*: **Laser de baixa intensidade: aplicações terapêuticas em odontologia**. 1. Ed. São Paulo: Ed. Santos, 2007.
- GUZZARDELLA, G. A. *et al*. Osseointegration of endosseous ceramic implants after postoperative low-power laser stimulation: an in vivo comparative study. **Clinical Oral Implants Research**, v. 14, no. 2, p. 226-232, 2003.
- HADJIDAKIS, D. J., ANDROULAKIS, I. I. Bone Remodeling. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v.1092, n.1, p.385–396, 2006. doi:10.1196/annals.1365.035.
- Hallman, M., Thor, A. Bone substitutes and growth factors as an alternative/complement to autogenous bone for grafting in implant dentistry. **Periodontology** 2000, 47(1), 172–192. 2008. doi:10.1111/j.1600-0757.2008.00251.x.
- HAMBLIN, M.R. Photobiomodulation or low-level laser therapy. **J Biophotonics**. V.9, n.11-12, p. 1122-1124. 2016. doi: 10.1002/jbio.201670113. PMID: 27973730

- Hussein, A. J., Alfars, A. A., Falih, M. A., Hassan, A. N. Effects of a low-level laser on the acceleration of wound healing in rabbits. **North American Journal of Medical Sciences**, v.3, n.4, p.193–197. 2011. <https://doi.org/10.4297/najms.2011.3193>.
- JAKSE N. *et al.* Influence of low-level laser treatment on bone regeneration and osseointegration of dental implants following sinus augmentation: an experimental study on sheep. **Clinical Oral Implants Research**, v. 14, n. 4, p. 517-524, 2007.
- JUNQUEIRA, L.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2008
- Kalfas, I. H. Principles of bone healing. **Neurosurgical Focus**, v.10, n.4, p.1–4. 2001. doi:10.3171/foc.2001.10.4.2
- Kahraman, SA. Low-level laser therapy in oral and maxillofacial surgery. **Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America**, v.16, n.2, p.277-88, 2004. Doi: 10.1016/j.coms.2004.02.002
- Kao, S. *et al.* A review of bone substitutes. **Oral & Maxillofacial Surgery Clinics of North America**, v.19, p.513-521. 2007.
- Khadra, M. *et al.*, Enhancement of bone formation in rat calvarial bone defects using low-level laser therapy. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v.97, p.693-700. 2004.
- KIM, Y. D. *et al.* Effect of low-level laser treatment after installation of dental titanium implant immunohistochemical study of RANKL, RANK, OPG: an experimental study in rats. **Lasers Surgery and Medicine**, v. 39, n. 5, p. 441-50, 2007.
- Lopes C.B. *et al.* Infrared laser light reduces loading time of dental implants: a Raman spectroscopic study. **Photomed Laser Surgery** v.23, p.27-31. 2005.
- Mardas, N. Alveolar ridge preservation with guided bone regeneration and a synthetic bone substitute or a bovine-derived xenograft: a randomized, controlled clinical trial. **Clinical Oral Implants Research**, 21 (7), p 688-698. 2010.
- MARQUES, M. *et al.* Fundamentos da Física do Laser e Interação da Radiação Laser com Tecido Biológico. In: Eduardo, C. P. **Fundamentos de Odontologia: Lasers em Odontologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2010. Cap. 2, p.18-25.
- MEDEIROS, A. C.; DANTAS-FILHO, A. M. Cicatrização das feridas cirúrgicas. **Journal of Surgical and Clinical Research**, v. 7, n. 2, p. 87–102, 2017.
- Mesa, F. *et al.* Multivariate study of factors influencing primary dental implant stability. **Clinical Oral Implants Research**. v.19, n.2, p.196–200. 2008.
- MESTER, E. *et al.* Effect of laser rays on wound healing. **The American Journal of Surgery**., Newton, v. 122, no. 4, p. 532-535, 1971.
- Meyer, U.; Joos, H.; Wiesmann, H. Biological and biophysical principles in extracorporeal bone tissue engineering Part I. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v.33, p.325-332, 2004.
- MILORO, M.; KOLOKYTHAS, A. **Tratamento das complicações bucomaxilofaciais**. Santos. 1º ed, 2013.
- MORITZ, A. *et al.* **Oral Laser Application**, Berlim, Quintessenz. 1º ed, 2006.
- NANCI, A. Bone. In: **Ten Cate's Oral Histology: development, structures and function**. 9th ed. Montreal, Elsevier. 2018. Chapter 6, p. 232-287.

- Nevins, M. *et al.* A prospective, randomized controlled preclinical trial to evaluate different formulations of biphasic calcium phosphate in combination with a hydroxyapatite collagen membrane to reconstruct deficient alveolar ridges. **The Journal of Oral Implantology**, v.39, n.2, p.133-9. 2013.
- NICA, D. F.; HEREDEA, E.R.; TODEA, D. C. M. Alveolus soft and bone tissue regeneration after laser biomodulation – a histological study. **Morphology Embryology**, v.60, n.4, p.1269-1273, 2019.
- NICOLA, R. A. *et al.* Effect of low-power GaAlAs laser (660 nm) on bone structure and cell activity: an experimental animal study. **Lasers Medicine and Science**, v. 18, n. 2, p. 89-94, 2003.
- Olivi, G. *et al.* Laser in Endodontics (Part I). **Roots International Magazine of Endodontology**, v.7, n.1, p. 6-9. 2011.
- Oltramari, P. *et al.* Orthodontic movement in bone defects filled with xenogenic graft: an experimental study in minipigs. **American Journal Orthodontic Dentofacial Orthopedic** V.131, p.310-317. 2007.
- Pretel, H.; Lizarelli, R. F. Z.; Ramalho, L. T. O. Effect of low-level laser therapy on bone repair: Histological study in rats. **Lasers in Surgery and Medicine**, v.39, n.10, p.788–796, 2007. doi:10.1002/lsm.20585.
- Pinheiro, A. L. B., Gerbi, M. E. M. M. Photoengineering of Bone Repair Processes. **Photomedicine and Laser Surgery**, v.24, n.2, p.169– 178. 2006. doi:10.1089/pho.2006.24.169.
- PINHEIRO, A. L. B., BRUGNERA JR, A. **Aplicação do laser na odontologia**. Santos. 1ºed, 2010.
- POL, R. *et al.* Efficacy of Anti-Inflammatory and Analgesic of Superpulsed Low Level Laser Therapy After Impacted Mandibular Third Molars Extractions. **Journal of Craniofacial Surgery**, v. 27, n.3, p.685-690. 2016.
- RAKASEVIC, D. *et al.* Efficiency of photodynamic therapy in the treatment of peri-implantitis: a three-month randomized controlled clinical trial. **Srpski Arhiv za Celokupno Lekarstvo**. v.144, p. 478-484. 2016. doi: 10.2298/sarh1610478r.
- Ricciotti, E. Arterioscler Thromb Vasc Biology. **Journal of the American Heart Association**, v.31, p. 986-1000. 2011.
- RODEN, R. D. Principles of Bone Grafting, **Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America**, v. 22, n. 3, p. 295–300, 2010.
- RODRIGUES, F. C. N.; ARAÚJO, E. M. S.; ARAÚJO, J. G. L. Interação da luz com os tecidos biológicos. *In:* Lago, A. D. N. **Laser na Odontologia [recurso eletrônico]. Conceitos e Aplicações Clínicas**. São Luís: EDUFMA, 2021. Cap. 6., p.94-104.
- ROSS, M.; WOJCIECH, P. **Histologia: texto e atlas**. São Paulo, Guanabara Koogan. 8º ed, 2021.
- Satyanarayana K. *et al.* Clinical evaluation of intrabony defects in localized aggressive periodontitis patients with and without bioglass- an in-vivo study. **Kathmandu University Medical Journal**. v. 10, n. 37, p.11-15. 2012.
- SERRA, A. Influence of Naloxone and Methysergide on the Analgesic Effects of Low-Level Laser in an Experimental Pain Model. **Brazilian Journal of Anesthesiology**, v.60, n.3, p. 302-310. 2010.
- SILVA, D. F. T; Deana, A. M.; NAVARRO, R. S. Conceitos Físicos dos Lasers. *In:* Lago, A. D. N. **Laser na Odontologia [recurso eletrônico]. Conceitos e Aplicações Clínicas**. São Luís: EDUFMA, 2021. Cap. 4., p.56-78.

SILVA, F. L. *et al.* Tratamento de superfície em implantes dentários: uma revisão de literatura. **Revista da Faculdade de Odontologia, Passo Fundo**, v. 21, n. 1, p. 136-142, 2016.

TAM, G. (1999). Low power laser therapy and analgesic action. **Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery**, 17, pp.29-33.

VANDE, A., SANYAL, P. K., NILESH, K. Effectiveness of the photobiomodulation therapy using low-level laser around dental implants: A systematic review and meta-analysis. **Dental and Medical Problems**, v.59, n.2, p.281-289. 2022. doi:10.17219/dmp/143242. Acesso em 12/11/2022.

ZAYED, S. M.; HAKIN, A. A. A. 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. Doi: 10.4103/sjmms.sjmms\_410\_19. Acesso em 12/11/2022.

ZEZELL, D. M.; DE ROSSI, W.; BACHMANN, L. Fundamentos da Física do Laser e Interação da Radiação Laser com Tecido Biológico. *In*: Eduardo, C. P. **Fundamentos de Odontologia: Lasers em Odontologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2010. Cap. 1, p.1-17.