

Biostimulation provided by low-intensity laser therapy in the osseointegration of dental implants

Stefane Clívia Cavalcante Pinheiro Góes¹; Thiely da Silva Cazuza²; Arileide Martins Leal³;Tiago César de Souza⁴; Valter Mário Pereira Júnior⁵; Yara Oliveira de Paula⁶;Andressa Oliveira Brito⁷; Cecília Rosa Gonçalves⁸; Yasmin Maria Sarmiento Viana⁹; Fabiano de Paiva Sales¹⁰

ISSN: 2178-7514

Vol. 16 | Nº. 1 | Ano 2024

RESUMO

A implantodontia revolucionou a odontologia e os conceitos de reabilitação oral estética e funcional pela proposta de osseointegração de implantes dentários, tornando-se uma excelente alternativa na reabilitação de pacientes com perda dental parcial ou total. No entanto, o processo de osseointegração do implante dentário demanda tempo para que a reparação tecidual seja concluída. Nesse sentido, ao longo dos anos surge a busca por prognósticos clínicos e cirúrgicos mais previsíveis e favoráveis com o propósito de acelerar a osseointegração e proporcionar um pós-operatório mais confortável ao paciente. Diante desse contexto, o laser de baixa potência surge como uma alternativa eficaz acelerando o processo de cicatrização, efeitos analgésicos e anti-inflamatórios. A proposição do presente trabalho foi realizar uma revisão de literatura para avaliar a biomodulação proporcionada com a aplicação do laser de baixa potência no pós-operatório e suas contribuições na otimização do processo de osseointegração de implantes diminuindo o tempo de recuperação do paciente. A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados SciELO, Lilacs e PubMed, por meio da combinação das seguintes palavras chaves consideradas descritores no DeCS (Descritores em ciências de Saúde): laser terapia, osseointegração, cicatrização, osso, terapia com luz de baixa intensidade, implante dentário endósseo e selecionando-se os artigos datados entre 2010 e 2022. Quatorze artigos foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão e lidos na íntegra. Concluiu-se, que o uso do laser de baixa potência no pós-operatório otimiza o processo de osseointegração de implantes dentários.

Palavras-chave: Osseointegração; Laser de Baixa Potência; Implantes Dentários.

ABSTRACT

Implantology has revolutionized dentistry and the concepts of aesthetic and functional oral rehabilitation by proposing osseointegration of dental implants, becoming an excellent alternative in the rehabilitation of patients with partial or total tooth loss. However, the process of osseointegration of the dental implant takes time for the tissue repair to be completed. In this sense, over the years, there has been a search for more predictable and favorable clinical and surgical prognoses with the purpose of accelerating osseointegration and providing a more comfortable postoperative period for the patient. In this context, low-level laser appears as an effective alternative accelerating the healing process, analgesic and anti-inflammatory effects. The purpose of the present work was to carry out a literature review to evaluate the biomodulation provided by the application of low-level laser in the postoperative period and its contributions to the optimization of the osseointegration process of implants, reducing the patient's recovery time. The bibliographic search was carried out in the SciELO, Lilacs and PubMed databases, through the combination of the following keywords considered descriptors in DeCS (Health Sciences Descriptors): laser therapy, osseointegration, healing, bone, low-intensity light therapy, endosseous dental implant, and selecting articles dated between 2010 and 2022. Fourteen articles were selected according to inclusion and exclusion criteria and read in full. It was concluded that the use of low power laser in the postoperative period optimizes the process of osseointegration of dental implants.

Keywords: osseointegration; low power laser; dental implants.

1. Graduada de Odontologia pela Faculdade de teologia, filosofia e Ciências Humanas Gamaliel – FATEFIG
2. Graduada de Odontologia pela Faculdade de teologia, filosofia e Ciências Humanas Gamaliel - FATEFIG
3. Graduada de Odontologia pela Faculdade de teologia, filosofia e Ciências Humanas Gamaliel - FATEFIG
4. Graduando de Odontologia pela Faculdade de teologia, filosofia e Ciências Humanas Gamaliel - FATEFIG
5. Graduado em Odontologia pelo Centro Universitário Maurício de Nassau - UNINASSAU.
6. Graduada de Odontologia pelo Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)
7. Graduada de Odontologia pelo Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)
8. Graduada de Odontologia pelo Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos (UNITPAC)
9. Graduando de Odontologia pela Faculdade de teologia, filosofia e Ciências Humanas Gamaliel.
10. Especialista em Implantodontia pela Universidade Federal do Pará – UFPA.

Autor de correspondência

Stefane Clívia Cavalcante Pinheiro Góes

stefane.pinheiro@faculdadegamaliel.com.br

INTRODUÇÃO

A implantodontia vem crescendo exponencialmente nos últimos anos em razão da sua importância que visa reestabelecer a estética e a função do Sistema Estomatognático. Com a ideia da osseointegração proporcionada pelos implantes dentários, sua relevância fica evidenciada com a exigência estética na reposição de dentes perdidos, tornando-se uma excelente alternativa na reabilitação de pacientes edêntulos parciais e totais¹.

A reabilitação de pacientes com perda dental parcial ou total, por meio de prótese implanto- suportada, depende do processo de osseointegração, que consiste na integração da superfície do implante dentário pelos tecidos ósseos adjacentes. O processo de osseointegração, demanda tempo para que a reparação tecidual seja concluída, necessitando entre três e seis meses para finalizar o processo. Ao longo dos anos, surge a busca por prognósticos clínicos e cirúrgicos mais previsíveis e favoráveis com o propósito de acelerar a osseointegração e proporcionar um pós-operatório mais confortável ao paciente².

Dessa forma, como a biomodulação com a aplicação do laser de baixa potência no pós-operatório, pode contribuir na otimização do processo de osseointegração de implantes, diminuindo o tempo de recuperação? No sentido de responder ao problema suscitado, a utilização da luz como terapêutica é um método há séculos

empregado na área da saúde, e a descoberta do laser revolucionou a medicina como um todo, principalmente pela sua ação analgésica e anti-inflamatória. Destarte, a versatilidade clínica proporcionada pelo laser de baixa intensidade trouxe a sua aplicabilidade para a odontologia. Estudos tem demonstrado que os tecidos irradiados pelo laser de baixa intensidade desencadeiam um processo de fotobiomodulação, que se refere a um mecanismo em que a luz é absorvida por cromóforos que absorvem os fótons e a luz é convertida em energia bioquímica. Dessa maneira, estimulando a reparação tecidual, aumento da microcirculação, aumento da produção de adenosina trifosfato (ATP), aumento do limiar de dor e do fluxo linfático¹.

A fotobiomodulação causada pela aplicação do laser de baixa potência está associada a uma variedade de eventos biológicos. Estudos, in vitro e, sobretudo, clínicos, tem revelado uma melhor reparação tecidual por meio do aumento da atividade mitótica celular, diminuição da sensibilidade dolorosa no pós-cirúrgico e aumento da vascularização. Portanto, uma fotobiomodulação bem elaborada e executada pode estimular o tecido ósseo a realizar seu reparo em um menor tempo³.

Outrossim, segundo evidências de estudos in vitro e in vivo, a aplicação do laser de baixa potência acelera os efeitos na otimização qualitativa da formação de osso no pós-cirúrgico em implantodontia com conseqüente diminuição do tempo de espera para colocação

da supra- estrutura e otimizando o processo de reabilitação. Além disso alguns trabalhos indicam que os osteoblastos irradiados pelo laser de baixa intensidade aumentam a deposição de hidroxiapatita de cálcio ocorrendo a maturação óssea perimplantar. Assim, após a laserterapia de baixa potência é possível reduzir o tempo para colocação de carga sobre os implantes, uma vez que o processo de cicatrização óssea perimplantar é acelerado⁴.

Por outro lado, no reparo ósseo perimplantar existe um processo inflamatório que possui a fase aguda e crônica. A fase aguda é relativamente curta com duração de horas ou alguns dias e é caracterizada por fenômenos vasculares, como aumento da permeabilidade vascular, exsudação de plasma e de células para o meio extracelular. A fase crônica tem uma maior duração e é caracterizada pela presença de edema, neutrófilos, linfócitos, plasmócitos e necrose tecidual.

Desse modo, o pó cirúrgico em implantodontia provoca sintomatologia desconfortável ao paciente. Para promover uma minimização dos efeitos inflamatórios tem-se utilizado a laserterapia de baixa intensidade, uma das vantagens do uso desse dispositivo é a promoção do efeito analgésico no controle da dor pós-operatória. Nesse sentido, outro fator importante é que possibilita a diminuição de prescrições de fármacos em excesso, evitando efeitos colaterais e prejudiciais, principalmente para os idosos. Entende-se, portanto, que a

laserterapia é uma alternativa eficaz no alcance de melhores quadros clínicos contribuindo tanto na osseointegração quanto no alívio dos sinais clínicos no pós-operatório, sendo importante sua incorporação na prática clínica. Embora, o laser terapêutico seja amplamente utilizado na odontologia, ainda não é claro quais os possíveis efeitos colaterais causados pela sua aplicação. Dessa forma, deve-se ter o total domínio da técnica, utilizando de forma adequada, evitando-se injúrias celulares⁴.

Objetivando apresentar os benefícios acerca do uso do laser de baixa intensidade em pacientes pós cirúrgicos em implantodontia, realizou-se uma revisão de literatura sobre o emprego da laserterapia de baixa potência, na otimização do processo de osseointegração de implantes, no pós-operatório, a fim de proporcionar conhecimentos aos cirurgiões dentistas e acadêmicos de odontologia, no que concerne as vantagens clínicas adquiridas com a incorporação dessa ferramenta na implantodontia.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão de literatura do tipo integrativa, em que foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o uso da laserterapia na otimização do processo de osseointegração de implantes. Para o levantamento dos artigos, realizou-se uma busca nas seguintes bases de dados: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde

(LILACS), SciELO e PubMed. Para a realização da busca, foram utilizadas combinações entre as seguintes palavras chaves consideradas descritores no DeCS (Descritores em Ciências de Saúde): Laser terapia (Laser Therapy); Osseointegração (Osseointegration); Cicatrização (healing); Osso (bone); Terapia com luz de baixa intensidade (Low-Level Light Therapy); e implante dentário endósseo (Endosseous Dental Implantation).

Os critérios de inclusão determinados para seleção dos artigos foram: artigos publicados nos idiomas português e inglês, artigos na íntegra que abordassem a temática referente a revisão integrativa e artigos publicados e indexados nas referidas bases de dados, no período entre 2010 e 2022. Foram eliminados os artigos que não tinham relação com o tema os artigos repetidos e os artigos que não estavam disponíveis de forma integral. Nesta busca, foram inicialmente identificados 53 artigos nas bases de dados SciELO, Lilacs e PubMed para a leitura exploratória dos resumos e, então, aplicando os critérios de inclusão e exclusão, 18 artigos foram selecionados e lidos integralmente. Depois da leitura criteriosa dos artigos, 14 foram selecionados como objeto de estudo, por apresentarem aspectos que respondiam à questão norteadora desta revisão. Os Livros texto (Principles and Practice of Laser Dentistry¹⁰. Aplicação do Laser na odontologia, foram utilizados para a definição de alguns conceitos basilares sobre laserterapia⁶.

REVISÃO DE LITERATURA

INTRODUÇÃO HISTÓRICA SOBRE O LASER DE BAIXA POTÊNCIA

A primeira evidência da ação do laser de baixa intensidade veio dos experimentos do Dr. Endre Mester, na Semmelweis Medical University (Hungria), em 1967. O experimento consistiu em raspar o dorso de camundongos e implantar um tumor por meio de uma incisão na pele. Mester aplicou luz de um laser de rubi (694 nm) na tentativa de repetir um dos experimentos descritos por McGuff em Boston. McGuff usou o recém-descoberto laser de rubi para curar tumores malignos em ratos e também o testou em pacientes humanos. Infelizmente (ou talvez felizmente para a descoberta científica), o laser de Mester tinha apenas uma pequena fração da potência do laser de McGuff. Portanto, Mester não conseguiu curar nenhum tumor, mas observou uma taxa mais rápida de crescimento de pêlos nos camundongos tratados em comparação com os controles, denominando esse efeito de “bioestimulação a laser”. Mais tarde, ele usou um laser de HeNe (632,8 nm) para estimular a cicatrização de feridas em animais, bem como em estudos clínicos. Por várias décadas, a profissão acreditou que a luz laser coerente era necessária, mas a partir de hoje, fontes de luz não coerentes, como diodos emissores de luz (LED), provaram ser tão eficientes quanto os lasers na promoção da fotobiomodulação (PBM)⁵.

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O LASER DE BAIXA POTÊNCIA

A palavra laser é um acrônimo de: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (Amplificação de Luz por Emissão Estimulada de Radiação) (CONVISSAR, 2011). O laser é uma radiação eletromagnética, não ionizante, que se caracteriza por ser uma fonte luminosa com características muito distintas daquelas de uma luz convencional⁶.

A luz laser é diferenciada da luz comum por três propriedades. O laser é monocromático, pois gera um raio de cor única, que pode ser invisível (se o comprimento de onda estiver fora da faixa visível do espectro). Adicionalmente, cada onda da luz laser é coerente, isto é, idêntica em tamanho e formato. Por fim são colimadas, ou seja, propagam-se como um feixe de ondas paralelas e na mesma direção. A ideia básica do funcionamento do laser é utilizar a emissão estimulada para gerar feixes de fótons coerentes, ou seja, todos os fótons possuem a mesma frequência, fase, polarização e direção de propagação⁶.

Existem dois tipos de laser utilizados na área da saúde, os que apresentam grande intensidade de luz irradiada sendo esses geralmente mais utilizados em procedimentos cirúrgicos conservadores, onde possui como objetivo a diminuição da dor no pós-cirúrgico, e o laser de pequena intensidade (LLLT), onde visa o estabelecimento terapêutico, proporcionando

analgesia, cicatrização, estímulo de biomodulação dos tecidos e efeitos anti-inflamatório, além disso, possui características benéficas em terapias fotodinâmicas no momento que é relacionada aos agentes responsáveis pela fotossensibilidade acarretando o melhor tratamento de infecção⁷.

A laserterapia LLLT vem sendo usada há mais de 5 décadas porém, não se possui uma real conformidade a respeito de um protocolo uniformizado para a aplicação clínica pelos Cirurgiões Dentistas (CD), é necessário um curso preparatório para esses profissionais buscando deixá-los qualificados, sendo levado em consideração as alterações dos parâmetros que podem ser aplicados em comprimento de onda para cada especificidade, a energia que será utilizada para determinado procedimento, fluência da utilização, potência do laser a ser utilizado, tempo de tratamento e eventuais repetição⁸.

EFEITO DA LASERTERAPIA DE BAIXA POTÊNCIA NA OTIMIZAÇÃO DOS IMPLANTES

O objetivo do tratamento com implantes dentários é alcançar uma união adequada entre o osso alveolar do paciente e o implante dentário, conhecido como osseointegração, bem como alcançar uma boa estabilidade do implante ao longo do tempo⁹.

Estudos experimentais avaliaram o uso de fotobiomodulação (PBM) para estimular a

atividade osteoblástica *in vitro* concluíram que o PBM aumenta a estabilidade dos implantes dentários. Além disso, verificou-se ser capaz de potencializar o processo de cicatrização ao redor do sítio cirúrgico, aumentando a síntese de adenosina trifosfato e a angiogênese, além de aumentar a proliferação de osteoblastos e reduzir a inflamação⁹.

MANIFESTAÇÃO CLÍNICAS DO LASER DE BAIXA INTENSIDADE

Biomodulação é o efeito da luz laser sobre os processos moleculares e bioquímicos que ocorrem nos tecidos, como por exemplo, a cicatrização e o reparo de feridas. Consiste na aplicação de uma energia de baixa Intensidade, que será utilizada pelas células para estimular a membrana e as mitocôndrias ocorrendo a bioestimulação. A magnitude do efeito é dependente do comprimento de onda, das doses aplicadas e da Intensidade do laser¹⁰.

A fotobiomodulação laser tem sido associada com uma variedade de efeitos biológicos, principalmente com o aumento da proliferação epitelial e fibroblástica, além do estímulo à produção de colágeno. Estudos têm demonstrado *in vitro* e, sobretudo, clinicamente, a diminuição da sensibilidade dolorosa pós-cirúrgica, melhor reparo tecidual por meio de aceleração da mitose celular, aumento da vascularização, formação de tecido de granulação e colágeno. Consequentemente, a

fotobiomodulação bem planejada e bem executada pode contribuir decisivamente excitando o tecido ósseo a promover seu reparo em menor tempo mecanismo do laser na otimização do processo de osseointegração de implantes¹¹.

MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA

As avaliações do reparo ósseo e da resposta inflamatória são passíveis de serem evidenciadas por meio da técnica de coloração Histológica por hematoxilina-eosina (HE). A análise da presença de fibras colágenas, bem como o padrão de sua distribuição nas regiões de periósteo, endósteo, medula e nas zonas de transição periósteo-medular e endósteo-medular pode ser realizada pela técnica de coloração histológica picrosirius-red. Além disso, é possível realizar imagens por tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC) com o objetivo de estudar a interface entre osso e implante¹.

Outro método de avaliação utilizado é a microscopia eletrônica de varredura (MEV), por fornecer, rapidamente, informações sobre a morfologia e a identificação de elementos químicos de uma amostra sólida. Os aparelhos modernos permitem aumentos de 300.000 vezes de magnificação, conservando a profundidade de campo compatível com a observação de superfícies rugosas, assim como uma alta definição de imagem, estando no espectro de 1-5 nanômetros. Ainda, empregando-se o

método espectrometria por dispersão de energia (EDS), que compõe esse microscópio, tem-se a possibilidade de identificar, em determinados pontos das amostras analisadas, a composição química desses materiais¹.

DISCUSSÃO

A tendência da odontologia é a incorporação de métodos menos invasivos com a finalidade de minimizar a dor e o desconforto durante e após as intervenções odontológicas. Por isso, acredita-se que a laserterapia seja uma excelente opção de tratamento, já que apresenta efeitos benéficos para os tecidos irradiados, como ativação da microcirculação, produção de novos capilares, efeitos anti-inflamatórios e analgésicos, além de estímulo ao crescimento e à regeneração celular³.

Dessa forma, aplicação da laserterapia atende os anseios do cirurgião dentista e do paciente, no tocante a busca de métodos que venham acelerar o processo de regeneração óssea, assim, reduzindo o tempo de desconforto do paciente que muitos são submetidos ao uso de próteses provisórias de difícil aceitação. Neste contexto, o laser de baixa intensidade emerge como uma ferramenta auxiliar por apresentar indícios de diminuição do tempo de reparação óssea, agindo com efeitos biomoduladores sobre o tecido ósseo. Autores já constataram o aumento na velocidade de consolidação de fraturas sob a ação de laser de baixa potência, assim como

existem relatos sobre o aumento no número de trabéculas ósseas e sobre o aumento na espessura das trabéculas ósseas⁴.

Segundo um experimento que avaliou a ação do laser de baixa intensidade, no processo de osseointegração após a inserção de implantes de titânio em tíbias de coelhos.

O estudo utilizou 33 coelhos da raça Norfolk, machos com 22 duas semanas de vida, a radiação laser com $\lambda = 780$ nm, na densidade de energia de $7,5$ J/cm², durante dez segundos em cada um dos quatro pontos irradiados ao redor de implantes inseridos em tíbias de coelhos. Constatou-se que há diferença estatística significativa nos valores de torque de remoção dos implantes controles em 21 dias e irradiados em 21 dias, assim como entre controles em 42 dias e irradiados em 42 dias. Além disso, também chegou à conclusão que há diferenças estatísticas significantes entre os valores de torque de remoção dos implantes controle e irradiado, demonstrando que a radiação laser foi eficaz. A terapia com laser de baixa intensidade (LLLT) como uma opção de tratamento promissora induz a osteogênese e contribui positivamente para a cicatrização óssea⁴.

O efeito estimulante da LLLT no osso está relacionado à proliferação de fibroblastos e osteoblastos durante a diferenciação mesenquimal. LLLT também foi relatado para aumentar o número de fibras de colágeno nos ossos. O aumento da vascularização tecidual por LLLT estimula a produção de matriz óssea

e melhora a cicatrização óssea pela liberação de mediadores. Acredita-se que esses efeitos positivos da LLLT na cicatrização óssea melhorem a osseointegração de implantes dentários em ossos de baixa densidade¹².

Além disso, através da realização de um estudo que tinha como objetivo investigar os efeitos da LLLT usando um laser de diodo de arseneto de gálio e alumínio (GaAlAs) em um comprimento de onda de 780 nm em células derivadas de osso alveolar humano cultivadas em titânio (Ti), chegou-se à conclusão de que a laserterapia estimula a expressão do fenótipo osteoblástico em células cultivadas em Ti sugerindo possíveis benefícios na osseointegração do implante¹³. Diante disso, o presente trabalho indicou que a LLLT afeta o comportamento celular de forma complexa, sugerindo que a diferenciação osteoblástica foi estimulada com a irradiação de baixa potência. Outrossim, também foram realizados estudos no sentido de compreender o mecanismo de fotobiomodulação ou terapia laser de baixa de baixa potência.

Desse modo, segundo os resultados de uma pesquisa as teses mais consistentes para o efeito biomodulador proporcionada pela laserterapia seriam: a hipótese principal é que os fótons dissociam o óxido nítrico inibitório da enzima citocromo c oxidase (um dos cromóforos mais importantes unidade IV da cadeia respiratória mitocondrial), levando a um aumento no transporte de elétrons, potencial de membrana mitocondrial e produção de ATP.

A Outra hipótese diz respeito aos canais iônicos sensíveis à luz que podem ser ativados permitindo a entrada de cálcio na célula⁵.

Após os eventos iniciais de absorção de fótons, inúmeras vias de sinalização são ativadas via espécies reativas de oxigênio, AMP cíclico, NO e Ca²⁺, levando à ativação de fatores de transcrição. Esses fatores de transcrição podem levar ao aumento da expressão de genes relacionados à síntese proteica, migração e proliferação celular, sinalização anti-inflamatória, proteínas antiapoptóticas, enzimas antioxidantes. Estudos experimentais relataram que o PBM estimula a proliferação e diferenciação de osteoblastos, bem como aumenta a adesão ao implante de titânio.

Nesses estudos, a aplicação de PBM no pós-operatório imediato mostrou melhorar a resistência mecânica da interface osso-implante e estimular a produção de matriz óssea⁹.

Por outro lado, em relação aos ossos, acredita-se que a irradiação do laser de baixa potência não afete a osteossíntese, mas é provável que crie condições ambientais que aceleram a cicatrização óssea. PBM estimula a proliferação e diferenciação de osteoblastos *in vivo* e *in vitro*, levando a um aumento da formação óssea, acompanhado por um aumento na atividade da fosfatase alcalina (ALP) e na expressão da osteocalcina⁵.

Isso indica que a irradiação com laser pode estimular diretamente a formação óssea. Recentemente, foi relatado que a terapia laser

de baixa potência (LLLT) não deve exceder 1 W de potência de saída para bioestimulação. A bioestimulação mostrou aumentar em estudos com potência de saída de 0,3 W. De acordo com essas informações, 0,3 W de potência de saída é aplicado em nosso estudo. Para LLLT, afirma-se que o comprimento de onda ideal é de 550 a 950 nm. Usou 940 nm no laser de diodo de comprimento de onda em nosso estudo. Não foi possível determinar uma dose efetiva no tecido ósseo, e doses muito diferentes foram utilizadas na literatura¹².

Por fim, conforme o resultado de um estudo após a aplicação da laserterapia no pós-operatório, é possível reduzir o tempo de colocação de carga sobre os implantes na mandíbula de humanos de 4 meses para cerca de 2 meses e 24 Dias, e na maxila, de 6 meses para 4 meses e 6 dias, pela aceleração do processo de cicatrização óssea Peri implantar¹.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entende-se, portanto, que na literatura atual existem diversos estudos que avaliam de forma positiva o uso da laserterapia de baixa potência na otimização do processo de osseointegração de implantes. Estudos *in vitro*, comprovam de forma consistente o efeito fofobiomodulador promovido pelo laser de baixa potência na reparação óssea e uma significativa aceleração na diferenciação celular. Além disso, os trabalhos *in vivo* evidenciam a otimização no

processo de osseointegração de implantes, quando adotado sessões de laser de baixa potência no pós-operatório, o que determina a efetividade da laserterapia de baixa potência no reparo tecidual ósseo.

Dessa forma, a laserterapia de baixa intensidade é uma excelente ferramenta para reduzir o tempo de osseointegração de implantes. Ademais, esta revisão também permitiu concluir que não existe um protocolo de potência de irradiação padronizado no que diz respeito ao uso do laser de baixa potência na implantodontia. Além disso, percebeu-se a necessidade de mais estudos *in vitro* e *in vivo* para avaliar os efeitos indesejáveis do uso da laserterapia de baixa potência e também definir um protocolo padronizado de irradiação na implantodontia.

REFERÊNCIAS

1. Khaw, C. M. A. 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. 154, n. 3, p. 326-336, set. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S088954061830427X>. Acesso em: 24 ago. 2022.
2. 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. *Dent Med Probl*, 2022 Apr-Jun; v. 59, n. 2, p. 281-289. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35686695/>. Acesso em: 24 ago. 2022.
3. Cavalcanti, T. M. et al. Conhecimento das propriedades físicas e da interação do laser com os tecidos biológicos na odontologia. *An Bras de Dermatol*, 2011, v. 86, n. 5, p. 955-960. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0365-05962011000500014>. Acesso em: 18 ago. 2022.
4. Castilho Filho, Thyrso; Veloso, Marcelo N.; Zzell, Denise M. Avaliação da ação da radiação laser em baixa intensidade no processo de osseointegração de implantes de titânio inseridos em tibia de coelhos. *Revista Implantnews*, v. 9, n. 1, p. 45-49, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ipen.br/handle/123456789/4312>. Acesso em: 20 ago. 2022.
5. Freitas L. F., Hamblin M. R. Proposed Mechanisms

of Photobiomodulation or Low-Level Light Therapy. IEEE J Sel Top Quantum Electron. 2016 May-Jun22(3):7000417. Disponível em: 10.1109/JSTQE.2016.2561201. Acesso em: 24 ago. 2022.

6 Pinheiro, A. L. B.; Junior, A. B.; Zanin, F. A. A. Aplicação do laser na odontologia. São Paulo: Ed. Santos. 2010.

7 Amid, Reza et al. Effect of Low-Level Laser Therapy on Proliferation and Differentiation of the Cells Contributing in Bone Regeneration. J Lasers Med Sci, 2014 Autumn; v. 5, n.4, p. 163-170. 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4281990/>. Acesso em: 24 ago. 2022.

8 Torkzaban, P. et al. Low-level laser therapy with 940 nm diode laser on stability of dental implants: a randomized controlled clinical trial. Lasers Med Sci, v. 33, n. 2, p. 287-293, 29 out. 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10103-017-2365-9#citeas>. Acesso em: 24 ago. 2022.

9 Zayed, S. M.; Hakim, A. A. A. Clinical Efficacy of Photobiomodulation on Dental Implant Osseointegration: A Systematic Review. Saudi J Med Med Sci, 2020 May-Aug;8(2):80-86, 17 abr. 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32587488/>. Acesso em: 24 ago. 2022.

10 Convissar, A. R. Principles and Practice of Laser Dentistry. 1ª edição. Editora Mosby, 2011.

11 Romanos G.E. et al. Lasers use in dental implantology. Implant Dent, 2013 Jun, v. 22, n. 3, p. 282- 8. Disponível em: 10.1097/ID.0b013e3182885fcc. Acesso em: 18 ago. 2022.

12 Karakaya, M.; Demirbaş, A. E. Effect of low-level laser therapy on osseointegration of titanium dental implants in ovariectomized rabbits: biomechanics and micro-CT analysis. Int J Implant Dent, 2020, v. 6, n. 61. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40729-020-00257-z>. Acesso em: 20 ago. 2022.

13 Petri, A. D. et al. Effects of low-level laser therapy on human osteoblastic cells grown on titanium. Brazilian Dental Journal, v. 21, n. 6, 17 jan. 2011.

Observação: os/(as) autores/(as) declaram não existir conflitos de interesses de qualquer natureza.