

Fotobiomodulação na estabilidade de implantes dentários

Photobiomodulation in the stability of dental implants

Fotobiomodulación en la estabilidad de implantes dentales

Recebido: 18/06/2024 | Revisado: 24/07/2024 | Aceitado: 26/07/2024 | Publicado: 29/07/2024

Natã Ferreira Gama de Sena

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9025-8586>

Universidade Nove de Julho, Brasil

E-mail: nataferreiragama@hotmail.com

Carlos Eduardo Meira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8138-8523>

Universidade Nove de Julho, Brasil

E-mail: dr.carloseduardomeira@gmail.com

Resumo

A terapia de fotobiomodulação (PBMT) promove a estabilidade de implantes dentários usando luz para estimular processos biológicos, acelerando a cicatrização óssea e tecidual. Estudos mostram que PBMT aumenta a atividade dos osteoblastos e a angiogênese, melhorando a osseointegração. Com propriedades anti-inflamatórias e analgésicas, PBMT reduz desconforto pós-operatório, beneficiando especialmente pacientes com cicatrização comprometida, como diabéticos ou osteoporóticos. Dessa forma, o objetivo dessa revisão narrativa da literatura é apresentar a PBMT como opção terapêutica na estabilidade de implantes dentários. A terapia de PBMT é promissora na odontologia, especialmente para estabilizar implantes dentários e promover a osseointegração. Utilizando luz de baixa irradiância, a PBMT estimula processos biológicos e acelera a cicatrização sem danos térmicos. Estudos mostram benefícios na estabilidade inicial dos implantes. No entanto, a padronização dos protocolos de tratamento é necessária para garantir resultados consistentes e evitar efeitos adversos.

Palavras-chave: Terapia a laser; Implantes dentários; Terapia com luz de baixa intensidade.

Abstract

Photobiomodulation therapy (PBMT) promotes the stability of dental implants by using light to stimulate biological processes, accelerating bone and tissue healing. Studies show that PBMT increases osteoblast activity and angiogenesis, improving osseointegration. With anti-inflammatory and analgesic properties, PBMT reduces postoperative discomfort, especially benefiting patients with compromised healing, such as diabetics or those with osteoporosis. Thus, the aim of this narrative literature review is to present PBMT as a therapeutic option for the stability of dental implants. PBMT is promising in dentistry, especially for stabilizing dental implants and promoting osseointegration. Using low-irradiance light, PBMT stimulates biological processes and accelerates healing without thermal damage. Studies show benefits in the initial stability of implants. However, standardizing treatment protocols is necessary to ensure consistent results and avoid adverse effects.

Keywords: Laser therapy; Dental implants; Low-level light therapy.

Resumen

La terapia de fotobiomodulación (PBMT) promueve la estabilidad de los implantes dentales utilizando luz para estimular procesos biológicos, acelerando la cicatrización ósea y tisular. Los estudios muestran que PBMT aumenta la actividad de los osteoblastos y la angiogénesis, mejorando la osteointegración. Con propiedades antiinflamatorias y analgésicas, PBMT reduce el malestar postoperatorio, beneficiando especialmente a los pacientes con cicatrización comprometida, como los diabéticos o los osteoporóticos. Así, el objetivo de esta revisión narrativa de la literatura es presentar a la PBMT como una opción terapéutica en la estabilidad de los implantes dentales. La PBMT es prometedora en odontología, especialmente para estabilizar los implantes dentales y promover la osteointegración. Utilizando luz de baja irradiancia, la PBMT estimula procesos biológicos y acelera la cicatrización sin daños térmicos. Los estudios muestran beneficios en la estabilidad inicial de los implantes. Sin embargo, es necesario estandarizar los protocolos de tratamiento para garantizar resultados consistentes y evitar efectos adversos.

Palabras clave: Terapia por láser; Implantes dentales; Terapia por luz de baja intensidad.

1. Introdução

A terapia de fotobiomodulação (PBMT), também conhecida como terapia a laser de baixa intensidade (LLLT), tem emergido como uma opção promissora para promover a estabilidade de implantes dentários. Esta técnica utiliza a aplicação de luz em comprimentos de onda específicos para estimular processos biológicos nos tecidos. Nos implantes dentários, a PBMT pode acelerar a cicatrização óssea e dos tecidos moles, reduzindo o tempo de recuperação e melhorando a integração do implante ao osso, um processo conhecido como osseointegração (Chung et al., 2012).

Estudos indicam que a PBMT aumenta a atividade celular nos osteoblastos, as células responsáveis pela formação óssea, além de promover a angiogênese, que é a formação de novos vasos sanguíneos. Esses efeitos combinados podem resultar em uma melhor estabilidade inicial dos implantes dentários, fator crucial para o sucesso a longo prazo. A aplicação de PBMT pode ser particularmente benéfica em pacientes com condições que dificultam a cicatrização, como diabetes ou osteoporose, proporcionando uma ferramenta adicional para garantir a viabilidade dos implantes (Musstaf et al., 2019).

Além de promover a osseointegração, a PBMT também possui propriedades anti-inflamatórias e analgésicas, que podem reduzir o desconforto pós-operatório e diminuir o risco de complicações. A utilização da PBMT como adjuvante no tratamento de implantes dentários representa uma abordagem inovadora e não invasiva que complementa as práticas tradicionais. À medida que mais pesquisas são conduzidas e os protocolos clínicos são refinados, espera-se que a PBMT se torne uma parte integrante das terapias de implantes dentários, melhorando os resultados para os pacientes (Zheng & Yang, 2021).

Dessa forma, o objetivo dessa revisão narrativa da literatura é apresentar a PBMT como opção terapêutica na estabilidade de implantes dentários.

2. Metodologia

Essa pesquisa trata-se de uma revisão narrativa da literatura, de acordo com as especificações de Rother, (2007). A coleta de dados ocorreu nas bases PubMed, LILACS e Scielo, indicando no campo de pesquisa os seguintes descritores: “Terapia a Laser”, “Implantes Dentários” e “Terapia com Luz de Baixa Intensidade”.

Para a pesquisa avançada, correlacionando os termos, os operadores booleanos <and> e <or> foram utilizados. Não houve restrição para o tipo de literatura a ser inserido nas referências. A análise para seleção dos artigos foi do tipo qualitativa, integrando toda e qualquer metodologia de pesquisa.

3. Resultados e Discussão

A terapia de baixa intensidade com laser, também conhecida como fototerapia ou fotobiomodulação, refere-se ao uso de fótons com irradiância não térmica para alterar a atividade biológica. Este tipo de terapia utiliza fontes de luz coerentes (lasers) ou fontes de luz não coerentes, como lâmpadas filtradas ou diodos emissores de luz (LEDs), ou, ocasionalmente, uma combinação de ambas. As principais aplicações médicas da terapia de baixa intensidade com laser incluem a redução da dor e inflamação, o aumento da reparação tecidual, a promoção da regeneração de diversos tecidos e nervos, e a prevenção de danos teciduais em situações propensas a tais danos (Ribeiro et al., 2022).

Nas últimas décadas, terapias a laser não ablativas têm sido utilizadas crescentemente para o tratamento estético de rugas finas, pele fotoenvelhecida e cicatrizes, um processo conhecido como fotorrejuvenescimento. Mais recentemente, esta abordagem também tem sido aplicada ao tratamento de acne inflamatória. A terapia de baixa intensidade envolve a exposição de células ou tecidos a baixos níveis de luz vermelha e infravermelha próxima (NIR). Este processo é denominado de 'baixa intensidade' porque as densidades de energia ou potência empregadas são baixas em comparação com outras formas de terapia

a laser, como ablação, corte e coagulação térmica do tecido. Recentemente, o tratamento médico com esta terapia em várias intensidades foi encontrado para estimular ou inibir diversos processos celulares (Garzón et al., 2022).

O mecanismo associado à fotobiostimulação celular pela terapia de baixa intensidade ainda não é totalmente compreendido. Observa-se que esta terapia possui uma ampla gama de efeitos nos níveis molecular, celular e tecidual. Acredita-se que o mecanismo biológico básico por trás dos efeitos desta terapia seja a absorção de luz vermelha e NIR por cromóforos mitocondriais, em particular a citocromo c oxidase (CCO), presente na cadeia respiratória localizada dentro das mitocôndrias, e possivelmente também por fotoceptores na membrana plasmática das células. Consequentemente, ocorre uma cascata de eventos nas mitocôndrias, levando à biostimulação de vários processos (Ohshiro & Calderhead, 1991).

Espectros de absorção obtidos para a CCO em diferentes estados de oxidação foram registrados e encontrados muito semelhantes aos espectros de ação para respostas biológicas à luz. Supõe-se que esta absorção de energia luminosa possa causar a fotodissociação do óxido nítrico inibitório da CCO, levando ao aumento da atividade enzimática, transporte de elétrons, respiração mitocondrial e produção de adenosina trifosfato (ATP). Em consequência, a terapia de baixa intensidade altera o estado redox celular, induzindo a ativação de diversas vias de sinalização intracelular e modificando a afinidade de fatores de transcrição relacionados com a proliferação celular, sobrevivência, reparação tecidual e regeneração (Baratto et al., 2011).

Embora a terapia de baixa intensidade seja atualmente utilizada para tratar uma ampla variedade de enfermidades, ela ainda é considerada controversa por duas razões principais. Primeiramente, existem incertezas sobre os mecanismos moleculares e celulares fundamentais responsáveis pela transdução dos sinais dos fótons incidentes nas células para os efeitos biológicos que ocorrem no tecido irradiado. Em segundo lugar, há variações significativas nos parâmetros de dosimetria: comprimento de onda, irradiância ou densidade de potência, estrutura do pulso, coerência, polarização, energia, fluência, tempo de irradiação, aplicação com contato versus sem contato, e regime de repetição (Rathod et al., 2022).

Parâmetros dosimétricos mais baixos podem resultar na eficácia reduzida do tratamento, enquanto parâmetros mais altos podem causar danos ao tecido. Isto ilustra o conceito de resposta bifásica à dose que se observa na terapia de baixa intensidade. Muitos estudos publicados sobre esta terapia incluem resultados negativos, possivelmente devido à escolha inadequada da fonte de luz e dosagem, à preparação inadequada da pele do paciente antes da aplicação (como a falta de remoção de maquiagem e resíduos oleosos, que podem interferir na penetração da luz), e à manutenção inadequada do equipamento de terapia, o que pode reduzir seu desempenho e interferir nos resultados clínicos (Moskvin, 2017).

É importante considerar que há uma dose ótima de luz para qualquer aplicação específica. A radiação laser ou luz não coerente possui capacidade de alterar o comportamento celular de maneira dependente do comprimento de onda e da exposição radiante, sem aquecimento significativo. A fototerapia emprega luz com comprimentos de onda entre 390 e 1.100 nm e pode ser em onda contínua ou pulsada. Normalmente, utiliza fluências relativamente baixas e densidades de potência. Comprimentos de onda na faixa de 390 nm a 600 nm são usados para tratar tecidos superficiais, enquanto comprimentos de onda mais longos na faixa de 600 nm a 1.100 nm, que penetram mais profundamente, são usados para tratar tecidos mais profundos. Comprimentos de onda na faixa de 700 nm a 750 nm têm atividade bioquímica limitada e, portanto, são raramente usados (Mansouri et al., 2020).

Diversas fontes de luz utilizadas na terapia de baixa intensidade incluem lasers de gás inerte e diodos laser semicondutores, como hélio-neon, rubi, argônio, criptônio, arsenieto de gálio, e arsenieto de gálio-alumínio. Uma ampla gama de LEDs semicondutores está disponível em comprimentos de onda menores, cujo meio contém os elementos índio, fósforo e nitreto. Uma questão que ainda não foi respondida conclusivamente é se há alguma vantagem no uso de luz laser coerente sobre a luz LED não coerente. Enquanto alguns médicos tratam lesões de tecidos profundos usando lasers focados em

"pontos", na dermatologia e odontologia estética, o uso de LEDs está se tornando cada vez mais comum devido às áreas relativamente grandes de tecido que requerem irradiação (Lai et al., 2021).

O uso do laser de baixa intensidade (LLLT) na odontologia tem se mostrado promissor para melhorar a estabilidade dos implantes dentários e promover a osseointegração. A LLLT, ou fotobiomodulação, consiste na aplicação de luz com baixos níveis de irradiância para estimular processos biológicos sem causar danos térmicos aos tecidos. Estudos indicam que a LLLT pode acelerar o processo de cicatrização e aumentar a estabilidade inicial dos implantes ao promover a formação óssea ao redor do implante. A luz laser, geralmente nas faixas do vermelho e infravermelho próximo, penetra os tecidos gengivais e ósseos, estimulando a atividade celular e melhorando a resposta biológica ao implante (Vale et al., 2021).

A osseointegração, que é a conexão direta entre o osso vivo e a superfície de um implante, é crucial para o sucesso a longo prazo dos implantes dentários. A LLLT tem sido demonstrada como um método eficaz para melhorar a osseointegração, pois estimula a proliferação de osteoblastos, as células responsáveis pela formação óssea. Além disso, a LLLT aumenta a expressão de fatores de crescimento e proteínas ósseas que são essenciais para a formação e remodelação do tecido ósseo. Esse efeito é particularmente importante nas primeiras semanas após a instalação do implante, um período crítico para a integração do implante com o osso (Santinoni et al., 2021).

Os benefícios da LLLT no contexto da odontologia são múltiplos. Além de melhorar a estabilidade do implante e a osseointegração, a LLLT pode reduzir a inflamação e a dor pós-operatória, acelerando a recuperação do paciente. A aplicação da LLLT é minimamente invasiva e pode ser realizada de forma rápida e eficiente no consultório odontológico. A LLLT também pode ser utilizada em pacientes com condições que comprometem a cicatrização óssea, como diabetes ou osteoporose, proporcionando um meio adicional para melhorar os resultados dos implantes dentários nesses indivíduos (Silva-Souza et al., 2021).

Entretanto, a LLLT não está isenta de contraindicações e limitações. É importante considerar que a dosagem, o comprimento de onda, a duração e a frequência das sessões de LLLT devem ser cuidadosamente ajustados para evitar efeitos adversos. Contraindicações incluem a aplicação em áreas com neoplasias, em pacientes grávidas ou em áreas com infecções não tratadas. Além disso, há uma variação na resposta dos pacientes à LLLT, e a eficácia pode depender de fatores individuais como a densidade óssea e a saúde geral do paciente (Rodrigues et al., 2021).

Os pontos positivos da LLLT incluem sua natureza não invasiva, a redução da dor e inflamação, e a promoção da cicatrização óssea e tecidual. No entanto, há também pontos negativos a serem considerados. A necessidade de equipamento especializado e treinamento adequado pode ser um obstáculo para sua implementação em alguns consultórios odontológicos. Além disso, a variabilidade nos protocolos de tratamento pode resultar em resultados inconsistentes. A eficácia da LLLT depende de uma compreensão precisa dos parâmetros ótimos de tratamento, o que exige uma abordagem baseada em evidências e personalização do tratamento para cada paciente. Em resumo, a LLLT apresenta um potencial significativo para melhorar a estabilidade e o sucesso dos implantes dentários, mas requer uma aplicação cuidadosa e bem-informada (Luna et al., 2023).

Uma pesquisa publicada por Vande, Sanyal & Nilesh, (2022), teve como objetivo avaliar se a PBMT tem um efeito positivo em torno dos implantes dentários e na estabilidade dos implantes. Os resultados indicaram que um total de 148 artigos foram inicialmente recuperados, dos quais 81 permaneceram após a remoção de duplicatas. Dez artigos foram incluídos na revisão após a rejeição de 68 com base no título e no resumo. Sete foram elegíveis para análise quantitativa. A meta-análise mostrou diferenças não significativas na estabilidade primária entre os grupos controle e laser na linha de base e após 3 meses ou mais. Em 2 semanas, 1 mês e 2 meses, os resultados foram estatisticamente significativos, concluindo que terapia mostrou um efeito positivo na estabilidade do implante durante os estágios iniciais de cicatrização e pode ser considerada para pacientes

com implantes dentários.

Corroborando os autores anteriores, Sourvanos et al., (2023), publicaram uma revisão sistemática com o objetivo de apresentar um resumo das evidências disponíveis que orientarão a prática e guiarão futuras pesquisas sobre a PBMT após procedimentos de colocação de implantes de titânio. Os resultados mostram que foram identificados 856 estudos, dos quais 15 atenderam aos critérios de inclusão. As fontes de luz incluíam dispositivos laser e diodos emissores de LED. Os comprimentos de onda variaram de 618 a 1064 nm. A meta-análise concluiu que todos os 15 estudos publicados conseguiram aplicar a PBM perto de implantes dentários sem eventos adversos. Os comprimentos de onda do laser e LED que relataram resultados significativos incluíam 618, 626, 830, 940 (2x) e 1064 nm. Os autores concluíram que o uso adjuvante da PBMT pode ser prescrito de forma segura após a colocação cirúrgica de implantes de titânio. Seis grupos relataram significância estatística na melhoria da estabilidade do implante (quatro diodos laser, dois LEDs) em comprimentos de onda variando de 618 a 1064 nm.

Da mesma forma, Zayed e Hakim, (2020), apresentaram uma pesquisa com o objetivo de avaliar a eficácia clínica da PBMT na osseointegração de implantes dentários. As descobertas desta revisão sistemática sugerem que a aplicação pós-operatória da PBMT pode potencialmente ter algum efeito positivo na osseointegração e estabilidade de implantes dentários. No entanto, estudos adicionais são necessários com uniformidade nos métodos para fornecer uma avaliação mais robusta desse efeito.

4. Conclusão

A terapia de LLLT tem se mostrado uma ferramenta promissora no campo da odontologia, particularmente na estabilidade de implantes dentários e na promoção da osseointegração. A LLLT utiliza luz em baixos níveis de irradiância para estimular processos biológicos sem causar danos térmicos aos tecidos. Diversos estudos indicam que a LLLT pode acelerar a cicatrização e aumentar a estabilidade inicial dos implantes, promovendo a formação óssea ao redor do implante e melhorando a resposta biológica. No entanto, apesar dos benefícios relatados, há uma necessidade de padronização nos protocolos de tratamento para assegurar resultados consistentes e evitar possíveis efeitos adversos.

Para futuros trabalhos na área, é essencial que pesquisas adicionais sejam conduzidas com uma maior uniformidade nos métodos e parâmetros de tratamento. Estudos devem focar em determinar a dosagem, comprimento de onda, duração e frequência das sessões de LLLT mais eficazes para diferentes casos clínicos. Além disso, a investigação deve considerar fatores individuais dos pacientes, como a densidade óssea e condições de saúde, para personalizar os tratamentos. A exploração de novas tecnologias de LLLT, incluindo combinações de diferentes comprimentos de onda e modos de aplicação, pode também ampliar a compreensão dos mecanismos biológicos subjacentes e otimizar os resultados clínicos. Dessa forma, a LLLT pode ser mais amplamente integrada na prática odontológica, beneficiando um maior número de pacientes com implantes dentários.

Referências

- Baratto, L., Calzà, L., Capra, R., Gallamini, M., Giardino, L., Giuliani, A., Lorenzini, L., & Traverso, S. (2011). Ultra-low-level laser therapy. *Lasers in medical science*, 26(1), 103–112.
- Chung, H., Dai, T., Sharma, S. K., Huang, Y. Y., Carroll, J. D., & Hamblin, M. R. (2012). The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy. *Annals of biomedical engineering*, 40(2), 516–533.
- Garzón, J., Baldion, P. A., Grajales, M., & Escobar, L. M. (2022). Response of osteoblastic cells to low-level laser treatment: a systematic review. *Lasers in medical science*, 37(8), 3031–3049.
- Lai, P. S., Fierro, C., Bravo, L., & Perez-Flores, A. (2021). Benefits of Using Low-level Laser Therapy in the Rapid Maxillary Expansion: A Systematic Review. *International journal of clinical pediatric dentistry*, 14(1), S101–S106.

- Luna, C. A. de L., Guimarães, D. M., Silva, E. S. e, Couto, M. F. N. do, Oliveira, G. L., Alves, M. S. A., Brazão-Silva, M. T., & Hage, C. de A. (2023). Photobiomodulation in the treatment of oral diseases. *Research, Society and Development*, 12(3), e9512338070.
- Mansouri, V., Arjmand, B., Rezaei Tavirani, M., Razzaghi, M., Rostami-Nejad, M., & Hamdieh, M. (2020). Evaluation of Efficacy of Low-Level Laser Therapy. *Journal of lasers in medical sciences*, 11(4), 369–380.
- Moskvin S. V. (2017). Low-Level Laser Therapy in Russia: History, Science and Practice. *Journal of lasers in medical sciences*, 8(2), 56–65.
- Musstaf, R. A., Jenkins, D. F. L., & Jha, A. N. (2019). Assessing the impact of low level laser therapy (LLLT) on biological systems: a review. *International journal of radiation biology*, 95(2), 120–143.
- Ohshiro, T., & Calderhead, R. G. (1991). Development of low reactive-level laser therapy and its present status. *Journal of clinical laser medicine & surgery*, 9(4), 267–275.
- Rathod, A., Jaiswal, P., Bajaj, P., Kale, B., & Masurkar, D. (2022). Implementation of Low-Level Laser Therapy in Dentistry: A Review. *Cureus*, 14(9), e28799.
- Ribeiro, L. N. S., de Figueiredo, F. A. T., da Silva Mira, P. C., Arnez, M. F. M., Matsumoto, M. A. N., de Menezes, L. M., Küchler, E. C., & Stuani, M. B. S. (2022). Low-level laser therapy (LLLT) improves alveolar bone healing in rats. *Lasers in medical science*, 37(2), 961–969.
- Rodrigues, B. A. L., Carvalho, A. L. V. de, Melo, L. S. A. de, Silva, L. R. G. da, & Silva-Selva, E. L. M. S. da. (2021). Types of Lasers and their applications in Pediatric Dentistry. *Research, Society and Development*, 10(5), e31810514963.
- Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática x revisão narrativa. *Acta Paul. Enferm*, 20(2).
- Santinoni, C. dos S., Calles, L. J., Farias, N. L., Patara, T. S. L., Neves, B. E. de L., Caldeira, M. L., Maia, L. P., & Martins, C. M. (2021). Photobiomodulation of fresh bone marrow aspirate for regenerative therapy. *Research, Society and Development*, 10(11), e140101119545.
- Silva-Souza, L. G. da, Oliveira, L. D. de, Nunes, G. P., Cividanes, L. dos S., Dahan, C. M., Pereira, A. K. G., Kitakawa, D., Neder, V. M., & Carvalho, L. F. das C. e S. de. (2021). Effectiveness of the low-level laser therapy in the management of bisphosphonate-induced osteonecrosis of the jaws: A case report. *Research, Society and Development*, 10(6), e17510615199.
- Sourvanos D, Poon J, Lander B, et al. Improving Titanium Implant Stability with Photobiomodulation: A Review and Meta-Analysis of Irradiation Parameters. *Photobiomodul Photomed Laser Surg*. 2023;41(3):93-103.
- Vale, G. C. A. do, Fernandes, K. R., Parisi, J. R., Santana, A. de F., Cruz, M. de A., Fortulan, C. A., Zanotto, E. D., Peitl, O., Granito, R. N., & Rennó, A. C. M. (2021). Association of marine Collagen/Biosilicate composites and photobiomodulation in the process of bone healing using an experimental model of calvarial defect. *Research, Society and Development*, 10(8), e8610816498.
- Vande, A., Sanyal, P. K., & Nilesh, K. (2022). Effectiveness of the photobiomodulation therapy using low-level laser around dental implants: A systematic review and meta-analysis. *Dental and medical problems*, 59(2), 281–289.
- Zayed SM, Hakim AAA. Clinical Efficacy of Photobiomodulation on Dental Implant Osseointegration: A Systematic Review. *Saudi J Med Med Sci*. 2020;8(2):80-86.
- Zheng, J., & Yang, K. (2021). Clinical research: low-level laser therapy in accelerating orthodontic tooth movement. *BMC oral health*, 21(1), 324.