ISSN: 2178-7514
Vol. 16 | Nº. 3 | Ano 2024

ARTIGO DE REVISÃO

OS EFEITOS E MECANISMOS DA FOTOBIOMODULAÇÃO NA MOVIMENTAÇÃO DENTÁRIA ORTODÔNTICA

The effects and mechanisms of photobiomodulation on orthodontic tooth movement

Jefferson Douglas Lima Fernandes; Nívia Delamoniky Lima Fernandes[1]; Ana Vitória Rodrigues Silva; José Edson Moreira Sobrinho[2]; Ayra Lucato de Oliveira Monte[3]

RESUMO

A ortodontia visa corrigir irregularidades dentárias e faciais, melhorando a estética e a função mastigatória. No entanto, enfrenta desafios como a duração do tratamento e o desconforto associado. A fotobiomodulação (FBM) surge como uma solução promissora, utilizando luz de baixa intensidade para acelerar o movimento dentário, reduzir a dor e melhorar a estabilidade de mini-implantes, além de estimular a regeneração óssea e apresentar propriedades antimicrobianas. Este estudo revisa e sintetiza as evidências sobre a aplicação da FBM na ortodontia, focando em seus efeitos sobre o movimento dentário, regeneração óssea, saúde periodontal e alívio da dor. Uma pesquisa abrangente na base de dados PubMed resultou na seleção de 21 artigos relevantes, publicados nos últimos cinco anos. Os resultados indicam que a FBM é eficaz no tratamento ortodôntico, promovendo benefícios significativos na movimentação dentária e na saúde periodontal. A técnica aumenta a produção de adenosina trifosfato (ATP), essencial para o metabolismo celular, e favorece a vasodilatação, melhorando o fluxo sanguíneo e a remoção de mediadores inflamatórios. Além disso, a FBM estimula a atividade dos osteoblastos e regula os osteoclastos, promovendo a remodelação óssea e a integridade dos tecidos. Outro benefício importante é a redução da dor associada ao tratamento ortodôntico. Pacientes que recebem FBM relatam menos desconforto em comparação àqueles que não a utilizam, com mecanismos que incluem a inibição da síntese de prostaglandinas e a melhora da circulação sanguínea. A FBM também apresenta efeitos antimicrobianos, ajudando a prevenir doenças periodontais e acelerando a cicatrização dos tecidos. Além disso, a terapia é promissora no manejo da Disfunção Temporomandibular (DTM), aliviando a dor e melhorando a função mandibular. Para garantir resultados eficazes, é crucial a padronização dos parâmetros do laser. A inclusão da FBM nos protocolos clínicos de ortodontia amplia as opções terapêuticas e contribui para a saúde bucal, sendo essencial um planejamento cuidadoso dos protocolos para maximizar a eficácia e segurança da terapia.

Palavras-chave: Fotobiomodulação; Ortodontia; Analgesia; Regeneração; Periodonto.

ABSTRACT

Orthodontics aims to correct dental and facial irregularities, improving aesthetics and masticatory function. However, it faces challenges such as treatment duration and associated discomfort. Photobiomodulation (PBM) emerges as a promising solution, using low-intensity light to accelerate tooth movement, reduce pain and improve the stability of mini-implants, in addition to stimulating bone regeneration and presenting antimicrobial properties. This study reviews and synthesizes the evidence on the application of PBM in orthodontics, focusing on its effects on tooth movement, bone regeneration, periodontal health and pain relief. A comprehensive search in the PubMed database resulted in the selection of 21 relevant articles, published in the last five years. The results indicate that PBM is effective in orthodontic treatment, promoting significant benefits in tooth movement and periodontal health. The technique increases the production of adenosine triphosphate (ATP), essential for cellular metabolism, and favors vasodilation, improving blood flow and the removal of inflammatory mediators. Furthermore, PBM stimulates osteoblast activity and regulates osteoclasts, promoting bone remodeling and tissue integrity. Another important benefit is the reduction of pain associated with orthodontic treatment. Patients who receive PBM report less discomfort compared to those who do not use it, with mechanisms that include inhibition of prostaglandin synthesis and improved blood circulation. PBM also has antimicrobial effects, helping to prevent periodontal disease and accelerate tissue healing. In addition, the therapy is promising in the management of Temporomandibular Dysfunction (TMD), relieving pain and improving jaw function. To ensure effective results, standardization of laser parameters is crucial. The inclusion of PBM in clinical orthodontic protocols expands therapeutic options and contributes to oral health, and careful planning of protocols is essential to maximize the efficacy and safety of the therapy.

Keywords: Photobiomodulation; Orthodontics; Analgesia; Regeneration; Periodontium.

1. Centro Universitário INTA (UNINTA)
2. Centro Universitário Christus
3. Faculdade de Medicina e Odontologia São Leopoldo Mandic

Autor de correspondência

Jefferson Douglas Lima Fernandes

jefferson.odonto97@gmail.com

INTRODUÇÃO

A ortodontia, uma especialidade da odontologia, concentra-se no diagnóstico, prevenção e tratamento de irregularidades dentárias e faciais, visando corrigir a posição dos dentes e ossos maxilares para promover uma oclusão adequada e melhorar a estética facial. Além dos benefícios estéticos, a ortodontia desempenha um papel crucial na função mastigatória, na fala e na manutenção da saúde periodontal[1,2].

Os tratamentos ortodônticos enfrentam desafios, como a longa duração do tratamento e o desconforto relatado pelos pacientes. A duração pode variar de meses a anos, dependendo da complexidade do caso, e a pressão dos aparelhos frequentemente causa dor, afetando a adesão dos pacientes ao tratamento[2].

Com a crescente demanda por métodos que acelerem o tratamento ortodôntico e aumentem o conforto dos pacientes, diversas soluções têm sido exploradas, incluindo a fotobiomodulação (FBM)[2,3].

A FBM é uma técnica terapêutica que utiliza luz de baixa intensidade, como lasers ou LEDs, para promover efeitos benéficos em tecidos lesionados. A FBM tem se mostrado eficaz em áreas da medicina, como cicatrização de feridas, alívio da dor e modulação da inflamação[4]. A técnica baseia-se na absorção de fótons por cromóforos nas células, especialmente nas mitocôndrias, o que aumenta a produção de adenosina trifosfato (ATP) e estimula a atividade metabólica celular[5,7].

Ademais, a FBM promove a migração e proliferação de fibroblastos, regula a produção de colágeno e fibras elásticas, e possui efeitos anti-inflamatórios significativos, reduzindo a dor e modulando a resposta inflamatória[8-11,]Além disso, a FBM promove a angiogênese, essencial para a recuperação de tecidos lesionados[7,11].

Na odontologia, a FBM é utilizada para tratar condições como mucosite oral e lesões por pressão, aliviando a dor e acelerando a cicatrização[12,13]. A terapia também melhora a regeneração óssea e reduz a dor e complicações pós-cirúrgicas, como a osteíte alveolar, e é eficaz na redução da hipersensibilidade dentinária[14].

Já na ortodontia, a FBM é aplicada para acelerar o movimento dentário e melhorar a estabilidade de mini-implantes. A terapia reduz a dor associada ao tratamento ortodôntico e pode inibir mediadores inflamatórios ligados à dor e ao desconforto[16,17].

A FBM também promove a regeneração óssea e a remodelação durante o movimento dentário, melhorando a qualidade do osso formado e impactando positivamente a estabilidade dos dentes[18,19]. Os mecanismos biológicos incluem o estímulo à atividade osteoblástica e osteoclástica, aumentando a produção de ATP e facilitando a formação e reabsorção óssea[20]. A terapia reduz a liberação de mediadores inflamatórios, criando um ambiente mais favorável para a cicatrização e a remodelação óssea[21].

Além disso, a FBM possui propriedades antimicrobianas que ajudam a reduzir a carga bacteriana na cavidade oral, minimizando o risco de infecções e complicações associadas

ao tratamento ortodôntico[22]. A terapia também estimula a produção de colágeno e a migração de fibroblastos, melhorando a saúde periodontal e prevenindo complicações como reabsorção radicular e perda óssea[23,24]. A FBM pode ser benéfica para pacientes com disfunção temporomandibular (DTM), aliviando a dor e a tensão muscular associadas a essa condição[23,24].

Nesse contexto, são necessários estudos que explorem de forma profunda os efeitos da FBM, abrangendo tanto aspectos físicos da movimentação dentária quanto os mecanismos biológicos subjacentes e suas implicações clínicas. Além disso, possibilitar a investigação de variáveis como dosagem, frequência e duração do tratamento, bem como a relação com diferentes tipos de movimentação dentária.

O objetivo deste estudo é revisar e sintetizar as evidências atuais sobre a aplicação da FBM na ortodontia, destacando seus efeitos sobre o movimento dentário, a regeneração óssea, a saúde periodontal e a redução da dor, e explorar o potencial da terapia a laser como uma abordagem complementar no tratamento ortodôntico.

METODOLOGIA

Com o objetivo de selecionar de forma criteriosa o propósito do estudo em destaque, uma pergunta norteadora foi elaborada para orientar esta revisão: "De que forma a fotobiomodulação impacta a eficiência da movimentação dentária ortodôntica, considerando os mecanismos celulares e moleculares envolvidos na remodelação óssea, e quais são as implicações clínicas desses efeitos na prática ortodôntica?".

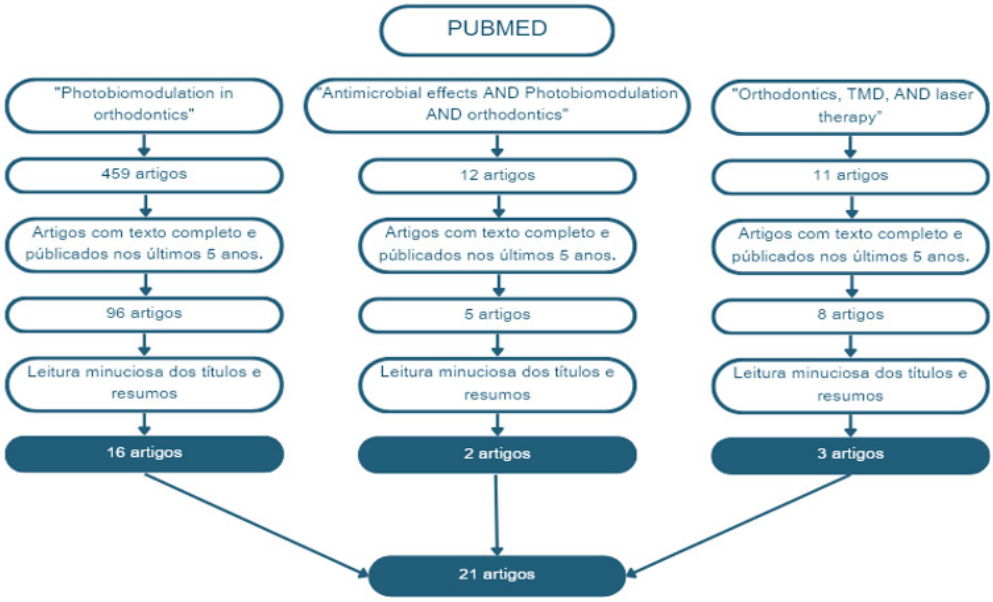
A estratégia de pesquisa envolvida para elaboração da presente revisão de literatura, foi conduzida através de uma pesquisa abrangente na base de dados PubMed. Inicialmente, foi utilizado o termo de busca "Photobiomodulation in orthodontics", que retornou 459 artigos. Em seguida, aplicaram-se filtros para refinar a busca, limitando os resultados a artigos com texto completo disponível e publicados nos últimos cinco anos, o que reduziu o número de artigos para 96.

A triagem foi conduzida por dois avaliadores, a saber, JDLF e ALOM, que adotaram uma abordagem indutiva e temática de forma minuciosa, por meio da leitura dos títulos e resumos, selecionando apenas os estudos diretamente relevantes para o tema. Artigos que não atendiam aos critérios de inclusão ou que não abordavam o impacto da FBM no tratamento ortodôntico foram excluídos. Após a análise detalhada dos textos completos, 16 artigos foram considerados pertinentes para a revisão.

Com o objetivo de fortalecer a pesquisa, foram realizadas buscas adicionais com termos mais específicos. A pesquisa com o termo "Antimicrobial effects and Photobiomodulation and orthodontics" resultou em 12 artigos, dos quais 2 foram selecionados após a filtragem. Já a busca por "Orthodontics, TMD, and laser therapy" gerou 11 artigos, e, após a aplicação dos filtros, 3 artigos foram incluídos. A combinação

dessas buscas resultou em uma seleção final de 21 artigos relevantes para a análise, formando uma base sólida para a revisão sobre os efeitos da FBM em ortodontia (Figura 01).

Figura 01 - Fluxograma da identificação e seleção dos artigos.



A presente revisão de literatura, além de assegurar a observância aos aspectos éticos, certificou-se à autoria dos artigos selecionados, garantindo a originalidade e a integridade acadêmica, prevenindo práticas de plágio e respeitando os direitos autorais dos estudos revisados, seguindo assim as diretrizes da legislação vigente, especificamente a Lei de Direitos Autorais de 1988, visando a proteção das propriedades intelectuais dos autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da FBM durante o tratamento ortodôntico resulta em diversas alterações bioquímicas e fisiológicas nos tecidos envolvidos. Um dos principais efeitos observados é o aumento na produção de ATP, que é essencial para o metabolismo celular e a regeneração tecidual[25,26]. Além disso, a FBM promove vasodilatação e aumento do fluxo sanguíneo na região irradiada, facilitando a remoção de mediadores inflamatórios e estimulando a atividade celular[16,26]. Outro aspecto importante é que a terapia a laser tem mostrado inibir a liberação de mediadores inflamatórios, como as citocinas, que estão associadas à dor e à inflamação decorrentes do movimento dentário[16,26].

A FBM também influencia diretamente a atividade osteoblástica e osteoclástica, processos essenciais para a remodelação óssea durante o tratamento ortodôntico. Evidências sugerem que a FBM pode aumentar a proliferação de osteoblastos, responsáveis pela formação óssea, e regular a atividade dos osteoclastos, que são responsáveis pela reabsorção do osso[27,28]. A ativação de vias de sinalização celular, como a

RANK/RANKL, é um dos mecanismos pelos quais a FBM promove a atividade osteoblástica e inibe a atividade osteoclástica, resultando em um equilíbrio favorável à remodelação óssea[28,29]. Além disso, a FBM tem demonstrado aumentar a expressão de proteínas da matriz extracelular, como o colágeno tipo I e a fibronectina, que são fundamentais para a integridade e função do tecido ósseo[29,30]. Isso não apenas acelera a movimentação dentária, mas também melhora a qualidade do osso formado, um aspecto crucial para a estabilidade a longo prazo após o tratamento ortodôntico[30].

A FBM atua por meio de vários mecanismos biológicos que aceleram o movimento dentário. Um desses mecanismos é o aumento da produção de citocinas inflamatórias, como a IL-1, que são essenciais para a ativação de osteoclastos e osteoblastos. A IL-1, em particular, promove a reabsorção óssea ao estimular osteoclastos, ao mesmo tempo que facilita a formação de novo osso ao ativar osteoblastos, acelerando assim a movimentação dentária[16].

Adicionalmente, a FBM promove a angiogênese, ou seja, a formação de novos vasos sanguíneos, o que aumenta a vascularização e melhora a perfusão de nutrientes e oxigênio nos tecidos em regeneração, além de remover mediadores inflamatórios de forma mais eficiente[31].

A terapia aumenta a produção de colágeno e outros componentes da matriz extracelular, essenciais para a regeneração do tecido periodontal. Além de estimular fatores como o fator de crescimento derivado de plaquetas (PDGF) e o fator de crescimento transformador beta (TGF-β), que são críticos para a cicatrização[16,32].

A proliferação de fibroblastos, células que são fundamentais na regeneração dos tecidos periodontais por sintetizarem colágeno e manterem a matriz extracelular, também é promovida pela FBM. Esses fibroblastos têm um papel central na remodelação dos tecidos, ajudando a manter a integridade da matriz e estabilizando os dentes após a movimentação ortodôntica[16,33].

A resposta à FBM pode variar conforme fatores como a faixa etária do paciente, o tipo de movimentação dentária realizada e os parâmetros do laser. Crianças e adolescentes tendem a responder melhor devido ao seu metabolismo mais ativo e à maior capacidade de remodelação[16,31]. Além disso, a eficácia da FBM pode depender do tipo de movimentação dentária realizada, sendo que movimentos que envolvem forças mais leves, como a retração de caninos, tendem a se beneficiar mais da terapia do que aqueles que exigem forças mais intensas[29].

Diversos estudos clínicos e experimentais corroboram a eficácia da FBM na aceleração da movimentação dentária. Por exemplo, Zheng e Yang[34] (2021) revisaram a literatura sobre a terapia a laser de baixa intensidade e encontraram uma aceleração de até 34% na movimentação dentária em comparação aos grupos controle, utilizando um protocolo de 780 nm, 20 mW e 5 J/cm². Alam e Alahmari[29] (2024), em um ensaio clínico randomizado, demonstrou uma redução significativa no tempo médio de movimentação

dentária com a aplicação da FBM. Já Yavagal et al.[16] (2021) confirmaram a eficácia da FBM em acelerar a movimentação dentária em crianças, resultando em um tempo médio de movimentação significativamente menor.

A FBM tem se destacado como uma abordagem eficaz na redução da dor associada ao tratamento ortodôntico. Vários estudos demonstram que pacientes submetidos a sessões de laserterapia relatam níveis significativamente menores de dor em comparação a grupos controle que não receberam a terapia. Por exemplo, Khot et al.[31] (2024) observou que pacientes submetidos a retração segmentar com FBM apresentaram menos dor nas primeiras 24 horas após a aplicação de forças ortodônticas. Qamruddin et al.[25] (2021) também confirmaram que uma única dose de laser de baixa intensidade reduziu a dor em diferentes intervalos de tempo após a aplicação, indicando que a FBM mitiga a dor associada ao movimento dentário.

A FBM alivia a dor inicial, a de ajustes periódicos, e também na fase de nivelamento e alinhamento, deixando pacientes com desconforto significativamente menor após a aplicação do laser em momentos críticos, como após a colocação de separadores e ajustes de arcos[29,35].

Os mecanismos biológicos que sustentam a ação analgésica da FBM incluem a inibição da síntese de prostaglandinas, a modulação da atividade dos nociceptores e a promoção da circulação sanguínea. A FBM tem mostrado capacidade de reduzir a produção de prostaglandinas, mediadores inflamatórios associados à dor[26,27]. A terapia a laser pode inibir a ativação dos nociceptores, resultando em diminuição da percepção dolorosa[27,36]. Além disso, a FBM favorece a vasodilatação e melhora a circulação sanguínea na área tratada, contribuindo para a redução da dor e da inflamação[26,27].

A FBM é considerada uma abordagem segura para o controle da dor ortodôntica, com estudos indicando que não apenas alivia a dor, mas também melhora a adesão dos pacientes ao tratamento, visto que redução do desconforto pode resultar em uma experiência mais positiva durante o tratamento ortodôntico[37,38].

Comparativamente, a FBM apresenta vantagens em relação a analgésicos convencionais, incluindo menos efeitos colaterais, ação localizada e aceleração da cicatrização[39,41].

Os efeitos antimicrobianos da FBM são clinicamente significativos, especialmente para pacientes ortodônticos, que estão em risco aumentado de doenças periodontais devido à dificuldade de higiene bucal. A presença de dispositivos ortodônticos pode favorecer o acúmulo de biofilmes, elevando o risco de gengivite e periodontite. A FBM não apenas promove um ambiente oral mais saudável, mas também acelera a cicatrização de tecidos periodontais e reduz a inflamação, essencial para a manutenção da saúde periodontal durante o tratamento[29].

A FBM demonstra um efeito antimicrobiano significativo em biofilmes orais, que são comunidades microbianas complexas

associadas a diversas condições patológicas, reduzindo patógenos como Treponema denticola e Fusobacterium nucleatum[42]. Além disso, pesquisas indicam que a aplicação de laser em pacientes em tratamento ortodôntico resulta em uma redução significativa dos índices de gengivite[16], reforçando a importância da FBM na prevenção de infecções periodontais.

A FBM não apenas melhora a saúde periodontal por suas propriedades anti-inflamatórias e antimicrobianas, mas também diminui a reabsorção radicular quando aplicada após a ativação ortodôntica, preservando a integridade periodontal[29]. Essa terapia proporciona uma integração mais eficaz entre a movimentação dentária e a preservação da saúde periodontal, mitigando a reabsorção óssea e promovendo a vascularização e a cicatrização, elementos essenciais durante o movimento dentário[31,33,42].

Além desses benefícios, a FBM também é investigada no tratamento da Disfunção Temporomandibular (DTM). Estudos, como o de Farshidfar et al.[43] (2023), demonstram sua eficácia na redução de sintomas de DTM, incluindo dor articular e muscular, além de melhorar a amplitude do movimento mandibular. Dessa forma, a FBM pode ser particularmente benéfica para pacientes ortodônticos que apresentam DTM, resultando em uma redução significativa da dor e na melhora da função mandibular[44].

Comparações entre pacientes com DTM que utilizam a FBM e aqueles que não a adotam mostram resultados promissores, com uma redução maior da dor e uma melhoria funcional nos que recebem a terapia (Khot, 2024). O alívio dos sintomas pode ocorrer em um curto espaço de tempo, com efeitos benéficos observados em até uma semana após o início do tratamento[27]. Portanto, é recomendável que a FBM seja incluída como terapia complementar no manejo da DTM, através de sua incorporação em protocolos clínicos de tratamento ortodôntico[27].

Para obter os efeitos esperados da FBM, parâmetros específicos do laser, como comprimento de onda, intensidade, tempo de exposição e modo de operação, são essenciais. A faixa de comprimento de onda entre 780 nm e 830 nm tem mostrado ser a mais eficaz, penetrando nos tecidos e induzindo respostas celulares favoráveis[33,39]. A intensidade do laser, ajustada entre 20 mW e 100 mW, é outro fator crucial, assim como a densidade de energia aplicada, que varia de 5 J/cm² a 30 J/cm² [29,32]. O tempo de exposição varia entre 10 e 60 segundos por ponto de irradiação, conforme a área tratada e a intensidade aplicada[26,27]. Por fim, a frequência de aplicação, recomendada de uma a três vezes por semana, é definida de acordo com a fase do tratamento e a resposta do paciente[34].

Os tipos de laser mais comumente utilizados na FBM incluem o laser de diodo e o laser infravermelho. O laser de diodo, especialmente na faixa de comprimento de onda de 780 a 830 nm, é eficaz para penetração nos tecidos biológicos, promovendo a aceleração da movimentação dentária[16,33]. O laser infravermelho, operando em

comprimentos de onda como 970 nm, também é utilizado devido aos seus efeitos analgésicos e na aceleração da movimentação dentária[25].

A padronização desses parâmetros, com base nas necessidades individuais dos pacientes, é fundamental para garantir resultados consistentes e eficazes na regeneração dos tecidos periodontais, na aceleração da movimentação dentária, na redução da inflamação e na prevenção de infecções[25,31].

CONCLUSÃO

A FBM destaca-se como uma técnica inovadora e eficaz no tratamento ortodôntico, proporcionando benefícios significativos na movimentação dentária e na saúde periodontal. Ao aumentar a produção de ATP e promover a vasodilatação, a FBM facilita a regeneração tecidual e minimiza a dor associada aos procedimentos ortodônticos.

Além de acelerar a movimentação dentária, a terapia contribui para a remodelação óssea ao estimular a atividade osteoblástica e regular a osteoclástica, favorecendo a integridade dos tecidos. Seus efeitos analgésicos e anti-inflamatórios não só melhoram a experiência do paciente, mas também ajudam a preservar a saúde periodontal durante todo o tratamento.

Adicionalmente, a FBM mostra-se promissora no manejo da DTM, aliviando sintomas e melhorando a função mandibular. Com a padronização dos parâmetros de aplicação, é possível maximizar os resultados, oferecendo um tratamento adaptado às necessidades individuais dos pacientes.

Assim, a inclusão da FBM nos protocolos clínicos de ortodontia não só enriquece as opções terapêuticas, mas também reforça a importância de abordagens integradas para promover a saúde bucal de forma abrangente e eficaz.

No entanto, é essencial que os protocolos de aplicação da FBM sejam cuidadosamente planejados, levando em conta os parâmetros do laser e as características individuais dos pacientes. A personalização do tratamento não só potencializa os resultados, mas também maximiza a segurança e a eficácia da terapia.

REFERÊNCIAS

1. Cunha LK, Vilela RG, Faria TV. O uso da laserterapia de baixa potência e rápida expansão da maxila. Braz. J. Hea. Rev. [Internet]. 9 de outubro de 2023 [citado em 2 de Set de 2024];6(5):24362-7. DOI: https://doi.org/10.34119/bjhrv6n5-485 Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/637967
2. Farias Laís Gonzaga de, Neto José de Alencar Fernandes, Catão Maria Helena Chaves de Vasconcelos. O uso da fotobiomodulação com luz LED e laser na clínica de ortodontia e ortopedia facial dos maxilares: uma revisão integrativa. Sociedade de Pesquisa e Desenvolvimento [Internet]. 2021 Apr 01 [cited 2024 Oct 9];10(4) DOI DOI: 10.33448/rsd-v10i4.14084. Available from: https://www.researchgate.net/publication/350771599_O_uso_da_fotobiomodulacao_com_luz_LED_e_laser_na_clinica_de_ortodontia_e_ortopedia_facial_dos_maxilares_uma_revisao_integrativa
3. Lins Ruthinéia Diógenes Alves Uchôa, Dantas Euler Maciel, Lucena Keila Cristina Raposo, Catão Maria Helena Chaves Vasconcelos, Granville-Garcia Ana Flávia, Neto Luiz Guedes Carvalho. Efeitos bioestimulantes do laser de baixa potência no processo de reparo. An. Bras. Dermatol [Internet]. 2010 Dec 01 [cited 2024 Nov 7];85(6) DOI https://doi.org/10.1590/S0365-05962010000600011. Available from: https://www.scielo.br/j/abd/a/PDZDkSSQdZkL5xdjYZh4VVN/abstract/?lang=pt
4. Friedmann H, Lubart R. Mechanisms of Photobiomodulation. Laser in der Medizin / Laser in Medicine [Internet]. 1996 Jan 01 [cited 2024 Nov 5];:454-457. DOI http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-80264-5_108. Available from: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-80264-5_108
5. Claudino Valéria Medeiros, Isolan Cristina Pereira, Praes Rafaella Calixto Vieira, et al. Https://revista.cromg.org.br/index.php/rcromg/article/view/529. Rev. CRO/MG [Internet]. 2024 Feb 22 [cited 2024 Oct 16];22(4) DOI DOI: https://doi.org/10.61217/rcromg.v22.529. Available from: https://revista.cromg.org.br/index.php/rcromg/article/view/529
6. Sena Natã Ferreira Gama de, Meira Carlos Eduardo. Fotobiomodulação na estabilidade de implantes dentários. Research, Society and Development [Internet]. 2024 Jul 29

[cited 2024 Nov 12];13(7) DOI http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v13i7.46238. Available from: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/46238/36845/481507
7. Santos André Luis Silva, Silva Sávio Santana, Silva Lorena Sommer, Albuquerque Hélio Igor Melo. Efeitos da laserterapia de baixa intensidade como adjuvante no tratamento de lesão lacero contusa – Relato de Caso. Pubsaúde [Internet]. 2023 Jan 03 [cited 2024 Nov 7];14:1-7. DOI DOI:10.31533/pubsaude14.a458. Available from: https://www.researchgate.net/publication/373287680_Efeitos_da_laserterapia_de_baixa_intensidade_como_adjuvante_no_tratamento_de_lesao_lacero_contusa_-_Relato_de_Caso
8. Girotto Paula Regina, Sá Evandro Claudino de, Sousa Adriana Gomes de. Uso da fotobiomodulação para cicatrização de lesão por pressão em paciente em cuidados paliativos exclusivos: relato de caso. Health Residencies Journal - HRJ [Internet]. 2022 Mar 08 [cited 2024 Nov 12];3(15):454-457. DOI doi.org/10.51723/hrj.v3i15.348. Available from: https://hrj.emnuvens.com.br/hrj/article/view/348
9. Andrade Larissa Regina de, Santos Carina Oliveira dos, Ribeiro Rachel Trinchão Schineberg Kalid, Lemos Giovana Bergheme Franciscon de. Photobiomodulation associated with cosmetics: perception of professionals on the improvement of flaccidity and genital hyperpigmentation. Rev. Pesqui. Fisioter [Internet]. 2022 Dec 12 [cited 2024 Sep 4];12 DOI http://dx.doi.org/10.17267/2238-2704rpf.2022.e4522. Available from: https://www5.bahiana.edu.br/index.php/fisioterapia/article/view/4522/4809
10. Schlosser Aline, Maestri Eleine, Oliveira Mayara Cristina de, et al. Fotomodulação no processo de cicatrização de queimaduras: Fotomodulação no processo de cicatrização de queimaduras: uma revisão integrativa. Scientific Electronic Archives [Internet]. 2023 Oct 31 [cited 2024 Nov 28]; DOI DOI: 10.36560/161120231810. Available from: https://sea.ufr.edu.br/index.php/SEA/article/view/1810
11. Pigatti Fernanda Mombrini, Larissa Pascoal de Souza Oliveira, Francielle Silvestre Verner. Fotobiomodulação no tratamento de mucosite oral induzida por terapia antineoplásica: relato de caso. RSBO [Internet]. 30º de agosto de 2023 [cited 3 de Out de 2024];20(2):485-93. Available from: https://periodicos.univille.br/RSBO/article/view/2130
12. Chini Franzon Camila, Melo Nilce Santos de. Impact of photobiomodulation therapy in patients with diagnosis of head and neck câncer under antineoplasic treatment. Editions [Internet]. 2023 Oct 28 [cited 2024 Oct 17]; DOI : <http://dx.doi.org/10.53660/clm-2221-23q37>. Available from: https://clium.org/index.php/edicoes/article/view/2221/1438
13. Nejat AH, Eshghpour M, Danaeifar N, Abrishami M, Vahdatinia F, Fekrazad R. Effect of Photobiomodulation on the Incidence of Alveolar Osteitis and Postoperative Pain following Mandibular Third Molar Surgery: A Double-Blind Randomized Clinical Trial. Photochem Photobiol. 2021 Sep;97(5):1129-1135. doi: 10.1111/php.13457. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34048061/
14. Gunji H, Kunimatsu R, Tsuka Y, Yoshimi Y, Sumi K, Awada T, Nakajima K, Kimura A, Hiraki T, Hirose N, Yanoshita M, Tanimoto K. Effect of high-frequency near-infrared diode laser irradiation on periodontal tissues during experimental tooth movement in rats. Lasers Surg Med. 2018 Feb 5. doi: 10.1002/lsm.22797. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29399884/
15. Yavagal CM, Matondkar SP, Yavagal PC. Efficacy of Laser Photobiomodulation in Accelerating Orthodontic Tooth Movement in Children: A Systematic Review with Meta-analysis. Int J Clin Pediatr Dent. 2021;14(Suppl 1):S94-S100. doi: 10.5005/jp-journals-10005-1964. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35082474/
16. Ekizer A, Türker G, Uysal T, Güray E, Taşdemir Z. Light emitting diode mediated photobiomodulation therapy improves orthodontic tooth movement and miniscrew stability: A randomized controlled clinical trial. Lasers Surg Med. 2016 Dec; [cited 2024 Oct 8] 48(10):936-943. doi: 10.1002/lsm.22516. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27039894/
17. Suzuki SS, Garcez AS, Suzuki H, Ervolino E, Moon W, Ribeiro MS. Low-level laser therapy stimulates bone metabolism and inhibits root resorption during tooth movement in a rodent model. J Biophotonics. 2016 Dec;9(11-12):1222-1235. doi: 10.1002/jbio.201600016. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27647761/
18. Yang H, Liu J, Yang K. Comparative Study of 660 and 830 nm Photobiomodulation in Promoting Orthodontic Tooth Movement. Photobiomodul Photomed Laser Surg. 2019 Jun;37(6):349-355. doi: 10.1089/photob.2018.4615. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31188090/
19. Oliveira KG, Machado FC. Tipos de lasers e suas aplicações na clínica geral odontológica e odontopediátrica: revisão de literatura. Braz. J. Implantol. Health Sci. [Internet]. 29 de setembro de 2023 [cited 3 de Out de 2024];5(4):2769-88. Available from: https://bjihs.emnuvens.com.br/bjihs/article/view/590
20. Dias Wellyda Cinthya Félix Gomes da Silva, Cavalcanti Renata Veiga Andersen, Júnior Hipólito Virgílio Magalhães, Pernambuco Leandro de Araújo, Alves Giorvan Anderson dos Santos. Efeitos da fotobiomodulação associada a terapia miofuncional orofacial na qualidade de vida de indivíduos com disfunção temporomandibular. CoDAS [Internet]. 2022 Apr 08 [cited 2024 Oct 8];34(5) DOI https://doi.org/10.1590/2317-1782/20212020313. Available from: https://www.scielo.br/j/codas/a/GzR4V8WhmfGB9NfGZyMCNbF/#
21. Ximenes de Souza SL, Santos SV, Sousa FF, Batista ALX, Lima LA, Lima RA. Ação do laser infravermelho em suspensões de Streptococcus mutans. J Health Biol Sci. [Internet]. 11 de abril de 2019 [citado 3 de Set de 2024];7(2(Abr-Jun):192-6. Available from: https://periodicos.unichristus.edu.br/jhbs/article/view/2341
22. Cavalcanti, Thiago Maciel et al. Conhecimento das propriedades físicas e da interação do laser com os tecidos biológicos na odontologia. Anais Brasileiros de Dermatologia [online]. 2011, v. 86, n. 5 [Acessado 2 Set 2024], pp. 955-960. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0365-05962011000500014>. Available from: https://www.scielo.br/j/abd/a/KH8WDHL5Cv9Q3s5DBxgYJGR/?lang=pt#
23. Piva Juliana Aparecida de Almeida Chaves, Abreu Elizângela Márcia de Carvalho, Silva Vanessa dos Santos, Nicolau Renata Amadei. Ação da terapia com laser de baixa potência nas fases iniciais do reparo tecidual: princípios básicos. An. Bras. Dermatol [Internet]. 2010 Nov 30 [cited 2024 Oct 10];86(5):947-954. DOI https://doi.org/10.1590/S0365-05962011000500013. Available from: https://www.scielo.br/j/abd/a/qwR3SwpG3Y6cdXwy5XpmSrJ/abstract/?lang=pt
24. Qamruddin I, Alam MK, Mahroof V, Fida M, Khamis MF, Husein A. Photobiostimulatory Effect of a Single Dose of Low-Level Laser on Orthodontic Tooth Movement and Pain. Pain Res Manag. 2021 May 10;2021:6690542. doi: 10.1155/2021/6690542. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34055122/
25. Mirhashemi A, Rasouli S, Shahi S, Chiniforush N. Efficacy of Photobiomodulation Therapy for Orthodontic Pain Control Following the Placement of Elastomeric Separators: A Randomized Clinical Trial. J Lasers Med Sci. 2021 Feb 22;12:e8. doi: 10.34172/jlms.2021.08. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8164901/
26. Al-Dboush Ra'ed, Esfahani Anahita Naseri, El-Bialy Tarek. Impacto da fotobiomodulação e das intervenções adjuvantes de ultrassom pulsado de baixa intensidade na duração do tratamento ortodôntico durante a terapia com alinhadores transparentes: um estudo retrospectivo. The Angle orthodontist [Internet]. 2021 Apr 28 [cited 2024 Aug 15];91(5):619-625. DOI https://doi.org/10.2319/112420-956.1. Available from: https://meridian.allenpress.com/angle-orthodontist/article/91/5/619/464593/Impact-of-

photobiomodulation-and-low-intensity
27. Baghizadeh Fini M, Olyaee P, Homayouni A. O efeito da terapia a laser de baixa intensidade na aceleração do movimento dentário ortodôntico. J laser Med Sci [Internet]. 15 de março de 2020 [citado em 2 de dezembro de 2024];11(2):204-11. DOI: http://dx.doi.org/10.34172/jlms.2020.34 Available from: https://journals.sbmu.ac.ir/jlms/article/view/26359
28. ALAM, Mohammad Khursheed. Laser-assisted orthodontic tooth movement in Saudi population: A prospective clinical intervention of low-level laser therapy in the 1st week of pain perception in four treatment modalities. Journal de la societe canadienne pour le traitement de la douleur [Pain research & management] [Internet]. 2019 Feb 01 [cited 2024 Aug 7]; p. 1–11. DOI:10.1155/2019/6271835. Available from: https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA611334112&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=12036765&p=AONE&sw=w
29. Sfondrini Maria Francesca, Vitale Marina, Pinheiro Antonio Luiz Barbosa, et al. Fotobiomodulação e redução da dor em pacientes que necessitam de aplicação de banda ortodôntica: ensaio clínico randomizado. Pesquisa BioMed Internacional [Internet]. 2020 May 27 [cited 2024 Nov 14];2020(1) DOI https://doi.org/10.1155/2020/7460938. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2020/7460938
30. Khot TA, Lele P, Dodwad V, Patil A, Bhosale N, Yewale M. Comparative Evaluation of the Effect of Photobiomodulation on Pain Reduction in Individuals Undergoing Segmental Retraction Using a Closing Loop: A Randomized Controlled Clinical Trial. Cureus. 2024 Apr 10;16(4):e58001. doi: 10.7759/cureus.58001. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38738002/
31. Maya R, Ladeira LLC, Maya JEP, Mail LMG, Bussadori SK, Paschoal MAB. The Combination of Antimicrobial Photodynamic Therapy and Photobiomodulation Therapy for the Treatment of Palatal Ulcers: A Case Report. J Lasers Med Sci. 2020 Spring;11(2):228-233. doi: 10.34172/jlms.2020.38. Epub 2020 Mar 15. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32273968/
32. Alam Mohammad K., Alahmari Balqees. Tratamento Ortodôntico Acelerado Usando Fotobiomodulação: Um Ensaio Clínico Randomizado. Revista de Farmácia e Ciências Bioaplicadas [Internet]. 2024 Feb 01 [cited 2024 Aug 5];16(1):543-545. DOI:10.4103/jpbs.jpbs_853_23Available from: https://journals.lww.com/jpbs/fulltext/2024/16001/accelerated_orthodontic_treatment_using.158.aspx
33. Zheng Junyi, Yang Kai. Pesquisa clínica: terapia a laser de baixa intensidade na aceleração do movimento dentário ortodôntico. Saúde Oral BMC [Internet]. 2021 Jun 28 [cited 2024 Oct 25];21(324) DOI https://doi.org/10.1186/s12903-021-01684-z. Available from: https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-021-01684-z#citeas
34. Ghaffar YKA, El Sharaby FA, Negm IM. Effect of low-level laser therapy on the time needed for leveling and alignment of mandibular anterior crowding. Angle Orthod. 2022 Jul 1;92(4):478-486. doi: 10.2319/102721-795.1. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35344012/
35. Impellizzeri A, Horodynski M, Fusco R, Palaia G, Polimeni A, Romeo U, Barbato E, Galluccio G. Photobiomodulation Therapy on Orthodontic Movement: Analysis of Preliminary Studies with a New Protocol. Int J Environ Res Public Health. 2020 May 19;17(10):3547. doi: 10.3390/ijerph17103547. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32438716/
36. Hanna R, Pawelczyk-Madalińska M, Sălăgean T, Nap ME, Bordea IR, Benedicenti S. A Novel Concept of Combined High-Level-Laser Treatment and Transcutaneous Photobiomodulation Therapy Utilisation in Orthodontic Periodontal Interface Management. Sensors (Basel). 2022 Mar 15;22(6):2263. doi: 10.3390/s22062263. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35336433/
37. Wang X, Liu Q, Peng J, Song W, Zhao J, Chen L. The Effects and Mechanisms of PBM Therapy in Accelerating Orthodontic Tooth Movement. Biomolecules. 2023 Jul 17;13(7):1140. doi: 10.3390/biom13071140. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37509176/
38. Rodriguez Salazar DY, Málaga Rivera JA, Laynes Effio JE, Valencia-Arias A. A systematic review of trends in photobiomodulation in dentistry between 2018 and 2022: advances and investigative agenda. F1000Res. 2023 Dec 28;12:1415. doi: 10.12688/f1000research.140950.2. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38288260/
39. Dominguez, Angela. Current protocol to achieve dental movement acceleration and pain control with Photobiomodulation. World journal of methodology 20 Dez 2023. [cited 2024 Oct 8] v. 13, n. 5, p. 379–383. DOI: <http://dx.doi.org/10.5662/wjm.v13.i5.379>. Available from: https://www.wjgnet.com/2222-0682/full/v13/i5/379.htm
40. Baser Keklikci H, Yagci A, Yay AH, Goktepe O. Effects of 405-, 532-, 650-, and 940-nm wavelengths of low-level laser therapies on orthodontic tooth movement in rats. Prog Orthod. 2020 Dec 1;21(1):43. doi: 10.1186/s40510-020-00343-3. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33258041/
41. Alqerban, Ali. Efficacy of antimicrobial photodynamic and photobiomodulation therapy against Treponema denticola, fusobacterium nucleatum and human beta defensin-2 levels in patients with gingivitis undergoing fixed orthodontic treatment: A clinic-laboratory study. Photodiagnosis and photodynamic therapy v. 29, n. 101659, p. 101659 , 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdpdt.2020.101659>. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1572100020300119?via%3Dihub
42. Farshidfar N, Farzinnia G, Samiraninezhad N, Assar S, Firoozi P, Rezazadeh F, Hakimiha N. The Effect of Photobiomodulation on Temporomandibular Pain and Functions in Patients With Temporomandibular Disorders: An Updated Systematic Review of the Current Randomized Controlled Trials. J Lasers Med Sci. 2023 Aug 5 [cited 2024 Oct 9];14:e24. doi: 10.34172/jlms.2023.24. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37744015/
43. Dantas Caroline Maria Gomes, Vivian Carolina Lapaz, Fantini Solange Mongelli, de Freitas Costa e Silva Patrícia Moreira, Pannuti Claudio Mendes, Witzel Andrea Lusvarghi, Dominguez Gladys Cristina. A influência de medidas educacionais e fototerapia a laser de baixa intensidade nas disfunções temporomandibulares Protocolo de estudo ensaio clínico (SPIRIT Compliant). Medicine [Internet]. 2020 Mar 01 [cited 2024 Oct 8];99(10) DOI DOI: 10.1097/MD.0000000000019005. Available from: https://journals.lww.com/md-journal/fulltext/2020/03060/the_influence_of_educational_measures_and.4.aspx

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