

Alessandra Marcia Ribeiro

Carolina Araujo Rouvier

Muriel Dias Guimarães

A utilização da fotobiomodulação no pós operatório de exodontias

Rio de Janeiro

2024

Alessandra Marcia Ribeiro

Carolina Araujo Rouvier

Muriel Dias Guimarães

A utilização da fotobiomodulação no pós operatório de exodontias

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade do Grande Rio
“Professor José de Souza Herdy”, como
parte dos requisitos parciais para obtenção
do grau de bacharel em Odontologia.

Rio de Janeiro

2024

Alessandra Marcia Ribeiro

Carolina Araujo Rouvier

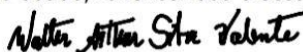
Muriel Dias Guimarães

A utilização da fotobiomodulação no pós operatório de exodontias

Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado à Universidade do
Grande Rio “Professor José de Souza
Herdy”, como parte dos requisitos
parciais para obtenção do grau de
bacharel em Odontologia

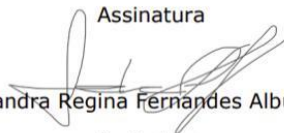
Aprovado em 26 de junho de 2024.

Banca Examinadora



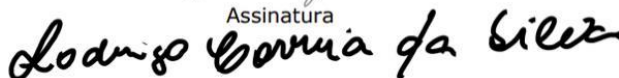
Prof. Walter Arthur Silva Valente

Assinatura



Prof. Sandra Regina Fernandes Albuquerque

Assinatura



Prof. Rodrigo Corrêa

Assinatura

Universidade do Grande Rio

RESUMO

A terapia de fotobiomodulação é aplicável em diversas áreas da odontologia e para várias finalidades. Funciona como um feixe luminoso que atravessa a mucosa, atingindo uma ampla gama de células teciduais. Partes da sua energia gera eventos como transmissão, reflexão, difusão e absorção pelos tecidos, sem produzir aquecimento, é capaz de induzir efeitos fotoquímicos, fotofísicos e/ou fotobiológicos. Com isso, o laser induz a microcirculação local e a proliferação celular. É comum que após exodontias os pacientes passem por um processo doloroso com dificuldades funcionais, por isso a TFBM se torna uma alternativa de tratamento viável e eficiente. Foi realizada uma revisão de literatura, por meio de pesquisas buscando dados de artigos científicos e publicações de interesse, sobre a terapia de fotobiomodulação na odontologia, sua atuação, protocolos para manuseio e onde ela atua no pós operatório de exodontias. Como conclusão obtém-se resultados significativos, pois os artigos mostram que a terapia gera efeitos analgésicos e anti-inflamatórios, através da promoção da proliferação celular e estimulação da cicatrização. Com a TFBM conclui-se que a eficiência é nítida para o manuseio da dor e inflamação no pós operatório de exodontias simples ou complexas, além disso gerando uma melhor cicatrização dos tecidos, se tornando um tratamento seguro e sem apresentar efeitos colaterais e sistêmicos.

Palavras chaves: Fotobiomodulação; Exodontia; Inflamação; Dor; Laser terapia, Baixa potência.

ABSTRACT

Photobiomodulation therapy is applicable in various areas of dentistry and serves multiple purposes. It functions as a beam of light that penetrates the mucosa, reaching a wide range of tissue cells. Different parts of its energy generate events such as transmission, reflection, diffusion, and tissue absorption, all without producing heat. It is capable of inducing photochemical, photophysical, and/or photobiological effects. As a result, the laser stimulates local microcirculation and cell proliferation. After tooth extractions, patients often experience pain and functional difficulties. In this context, photobiomodulation therapy (PBMT) becomes a viable and efficient treatment alternative. A literature review was conducted, gathering data from scientific articles and relevant publications on PBMT in dentistry. The therapy's role, handling protocols, and its impact on postoperative tooth extractions were explored. The conclusion drawn from these studies is that PBMT yields significant results. It promotes analgesic and anti-inflammatory effects by enhancing cell proliferation and stimulating wound healing. Overall, PBMT proves effective for managing pain and inflammation after both simple and complex tooth extractions, while ensuring safe treatment without systemic or collateral effects.

Keywords: Photobiomodulation; Tooth extraction; Inflammation; Pain; Laser therapy; Low-level intensity.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1 Atributos dos lasers.....	9
2.2 Impactos da terapia de fotobiomodulação a nível celular.....	10
2.3 Impactos da terapia de fotobiomodulação a nível tecidual.....	11
2.4 Interação da luz com os tecidos.....	12
2.5 Decorrências biológicas favoráveis do laser.....	13
2.5.1 Crescimento celular.....	13
2.5.2 Analgesia.....	13
2.5.3 Modulação da inflamação.....	14
2.5.4 Reparação dos tecidos.....	15
2.6 Dosimetria.....	15
2.6.1 Características individuais do paciente.....	17
2.7 Processo cirúrgico.....	18
2.7.1 Injúrias teciduais.....	18
2.7.2 Inflamação.....	19
2.7.3 Reparação óssea.....	19
2.8 Consequências pós cirúrgicas.....	20
2.8.1 Dor.....	20
2.8.2 Edema.....	21
2.8.3 Parestesia.....	21
2.8.4 Trismo.....	22
3. CONCLUSÃO.....	23
4. REFERÊNCIAS.....	24

1. INTRODUÇÃO

O físico holandês foi pioneiro no estudo da teoria ondulatória da luz, e seu contemporâneo, sintetizou de forma mais coesa uma teoria puramente corpuscular.⁵ Diante disso, o cientista alemão baseou-se na teoria quântica para demonstrar que a energia de um feixe luminoso gerava pequenos pacotes enérgicos, nominados fótons, possibilitando o desenvolvimento teórico do laser.^{6,7}

A procura por alternativas terapêuticas que promovam a minimização da dor, aceleração da cicatrização e redução dos efeitos colaterais no pós-operatório de exodontias, têm impulsionado os profissionais da odontologia a explorar diversas condutas. Nesse cenário, a fotobiomodulação, também conhecida como laserterapia de baixa intensidade (LBI), surge como uma técnica promissora, oferecendo resultados significativos e complementares aos tratamentos tradicionais.¹

A fotobiomodulação estimula eventos celulares e bioquímicos através de fontes de luz, proporcionando uma resposta terapêutica ao organismo. Sendo assim, por meio da bioestimulação, a LBI atua nas mitocôndrias, resultando no aumento da produção de trifosfato de adenosina (ATP), modulando vias inflamatórias e regulando a síntese de neurotransmissores e citocinas. Esses efeitos resultam em analgesia, modulação da inflamação e reparação tecidual.^{2,3}

Complicações pós-cirúrgicas são uma realidade dentro da odontologia, mesmo que sejam feitas com a técnica apropriada e o paciente siga à risca as recomendações pós operatórias. Logo, a terapia de fotobiomodulação (TFBM), vem como uma estratégia complementar aos cuidados tradicionais com resultados significativos para restabelecimento das funções biológicas e uma cicatrização de forma rápida e organizada.⁴

Diante disso, este trabalho tem como objetivo revisar e discutir o papel da fotobiomodulação no pós-operatório de exodontias, evidenciando os mecanismos de ação, indicações clínicas e protocolos de tratamento. Afim de ampliar o conhecimento do uso dessa técnica como uma ferramenta terapêutica segura e eficaz na odontologia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A ascensão dos lasers representa uma revolução marcante na ciência e na sociedade, se consolidando como uma ferramenta essencial na área da saúde, pelos seus resultados efetivos.³³ Desde a antiguidade povos orientais já faziam o uso da luz com fins medicinais para o tratamento de diversas doenças, inclusive a helioterapia, a qual baseia-se na exposição corporal à luz solar para obtenção de benefícios terapêuticos, evidenciando a longa história da relação entre luz e saúde.⁸

No século XVII, foi apresentada a teoria de modelo corpuscular da luz, a qual partia do pressuposto que a luz era composta por partículas denominadas “corpúsculos”, e que possuíam uma trajetória retilínea e velocidade limitada.⁸ Entretanto, o Modelo de Young desenvolvido no ano de 1803, trouxe uma nova perspectiva ao representar a natureza ondulatória da luz com experimentos ópticos.³⁷

Apenas em 1860, foi publicada uma teoria matemática do eletromagnetismo, consolidando a compreensão de que a luz é uma forma de onda eletromagnética.³⁴

A terminação LASER (“light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”), surgiu por volta de 1957, como um verdadeiro marco^{33,34,36}, quando o físico alemão, ao explorar uma nova abordagem para a dedução da lei de Planck da radiação, estabeleceu os fundamentos teóricos que possibilitaram o desenvolvimento dessa até então nova tecnologia e sua aplicação prática, o que lhe rendeu o prêmio Nobel de Física em 1921.³⁶

Posteriormente foram teorizados os processos de transição atômica em um campo de radiações, evidenciando três mecanismos fundamentais: absorção de energia, emissão espontânea e emissão estimulada de radiação. O conceito básico do funcionamento do laser consiste na emissão estimulada, a qual ocorre quando um átomo excitado colide com um fóton de mesma energia, resultando na emissão instantânea de um fóton idêntico ao primeiro, ampliando a intensidade luminosa emitida por meio da sincronização de suas ondas. Porém, a primeira demonstração prática sobre esta teoria, aconteceu somente em 1947.^{33,36}

Em 1954, propuseram o uso da emissão estimulada em um dispositivo denominado MASER (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation), publicado na Physical Review, demonstrando a viabilidade de produzir luz visível (vermelho) e invisível (infravermelha)^{33,36}. Por outro lado, em 1960, foi criado o primeiro LASER óptico, cujo o meio ativo era um cristal de rubi, tal desenvolveu-se partindo de uma barra de rubi sintético, o qual produzia um feixe luminoso de curta duração e alta densidade energética, revolucionando diversas áreas.⁸

Nesse mesmo ano, surgiram descobertas importantes sobre o laser na odontologia. Inicialmente o laser de rubi, mostrou potencial em vaporizar cáries, porém, a temperatura elevada resultou em alterações necróticas nos tecidos pulpaes, de caráter irreversível. Fundou-se então, em 1961, na Universidade de Cincinnati, o primeiro laboratório de laser para uso medicinal. No ano subsequente, houve o desenvolvimento do laser para fins terapêuticos, tal possuía como meio ativo a junção de gases Hélio e Neônio (He-Ne).³⁶

Ao longo dos anos, pesquisadores descobriram lasers com diferentes meios ativos e comprimentos de onda, como o de Érbio (Er), Gás Carbônico (CO₂) e Neodímio (Nd:YAG).³⁶

O médico húngaro, relatou as primeiras aplicações clínicas do laser de baixa potência de rubi e de argônio, gerando a bioestimulação em úlceras crônicas de membros inferiores.³⁶

Em 1990, lançaram nos EUA o primeiro laser, especialmente desenvolvido para o uso odontológico, o laser de dLase 300 Nd:YAG.³⁷ No Brasil, através da Resolução CFO- 82/2008, o Conselho Federal de Odontologia, reconheceu e regulamentou a utilização do laser pelo cirurgião dentista na prática clínica.⁹

A praticidade na aplicação e a ampla abrangência dos lasers nas diferentes especialidades odontológicas fazem de sua utilização uma escolha estratégica no ambiente clínico diário. O sucesso terapêutico ideal depende de processos que ocorrem em níveis moleculares e celulares, tornando essencial que o profissional

esteja familiarizado com os princípios da interação entre a luz e os tecidos biológicos.¹⁰

2.1 Atributos dos lasers

LASER é um sistema composto essencialmente por um meio ativo o qual varia conforme o material e o estado da matéria, além de contar com o arranjo de espelhos e um mecanismo de bombeamento de energia.⁴³

Para desencadear a emissão estimulada de radiação o mecanismo de bombeamento de energia impulsiona elétrons do meio ativo a um estado temporariamente excitado. Quando esses elétrons retornam ao seu estado fundamental, emitem fótons, que são unidades de energia luminosa. Desse modo, ocorre uma sequência de emissão de fótons com sua direção guiada pelo sistema de espelhos, originando assim o feixe luminoso.^{44,45}

Os comprimentos de onda mais comuns na prática odontológica estão na faixa do vermelho e do infravermelho, próximo do espectro eletromagnético. Essa faixa é considerada segura e não ionizante para a aplicação clínica. As características do feixe luminoso, como seu comprimento de onda e potência, são determinadas pelo tipo de equipamento utilizado e influenciam diretamente com a luz e interage com os tecidos biológicos. A combinação desses fatores é crucial para definir a indicação terapêutica específica do laser em determinado procedimento clínico.⁴⁶

A fotobiomodulação, também conhecida como terapia de laser de baixa potência, é um tipo de tratamento que parte da luz não ionizante, não térmico e que desencadeia processos fotofísicos e fotoquímicos em níveis biológicos variados. Isso resulta em uma série de benefícios terapêuticos, como a redução da dor, inflamação e até mesmo a estimulação da cicatrização dos tecidos.⁴¹

Essa terapia direciona-se principalmente aos tecidos que estão em condições alteradas ou sob estresse celular, visando restaurar a homeostase energética. A partir disso cada célula pode gradualmente recuperar seu estado natural auxiliando em processos como proliferação, diferenciação e secreção de proteínas.⁴⁷

Um dos aspectos mais fascinantes da fotobiomodulação é a capacidade de não causar efeitos colaterais nos tecidos saudáveis, uma diferenciação considerável em relação a farmacologia tradicional. A energia luminosa absorvida é convertida em energia bioquímica, resultando em uma cascata de reações biológicas que promovem a restauração do equilíbrio celular.¹¹

Essa abordagem terapêutica se destaca não apenas pela sua eficácia, mas também pela sua segurança e potencial de impacto positivo na saúde dos pacientes.¹¹

2.2 Impactos da terapia de fotobiomodulação a nível celular

A citocromo c oxidase, enzima final da cadeia respiratória, é o cromóforo primário que absorve os feixes de luz vermelho e infravermelho. Essa proteína tem um papel crucial na energia disponível para as funções essenciais da célula.³⁸

Quando a citocromo c oxidase é fotoestimulada há um crescimento na produção de ATP, consumo de oxigênio e transmissão de sinais na célula, acompanhado por um aumento temporário de espécies reativas de oxigênios (EROs). Essas EROs ativam vias celulares, designadas a trabalhar com baixos níveis de estresse oxidativo, além disso³⁹, eles estimulam a proliferação, migração e síntese de colágeno dos fibroblastos⁴⁰, modulam a resposta inflamatória e antioxidante, favorecem a angiogênese, reparação tecidual e prevenindo a morte celular.⁴¹

A absorção do feixe luminoso é capaz, também, de romper a ligação entre a citocromo c oxidase e o óxido nítrico (ON). O ON age de forma inibitória na cadeia respiratória, gera crescimento na produção de EROs e nitrogênio pelas mitocôndrias, a qual possui papel de sinalização fisiológica, mas também ativam processos de morte celular. Dito isso, a quebra entre o óxido nítrico e a citocromo c oxidase, estimulada pela luz, desencadeia uma elevação na taxa de respiração celular.⁴¹

Estudos em diferentes níveis, como culturas celulares, animais e humanos, sugerem que a TFBM pode prevenir a apoptose celular e regular a proliferação, migração e adesão celular em tecidos estressados. A biomodulação promove assim a neoangiogênese, deposição de fibras colágenas e regeneração tecidual.¹¹

2.3 Impactos da terapia de fotobiomodulação a nível tecidual

É possível categorizar os impactos observados nos tecidos durante a terapia de fotobiomodulação através do controle da resposta inflamatória, analgesia e incitação a cicatrização.¹¹

A inflamação é um mecanismo natural crucial para a recuperação tecidual, porém, em certos casos, pode ser necessário intervir para gerenciar sintomas como edema, dor, perda de função e retardamento na cicatrização devido exacerbação da resposta inflamatória. Entretanto, muitos tratamentos anti-inflamatórios convencionais possuem ação sistêmica, o que pode resultar em efeitos não desejados e de menor precisão.^{17,48} Nesse contexto a TFBM tem se destacado como uma alternativa eficaz no controle da inflamação. A luz de baixa intensidade possui efeitos positivos na fase inicial da inflamação ao reduzir a migração de células inflamatórias, minimizando a produção de mediadores químicos e de citocinas, além de elevar fatores de crescimento, reduzindo o edema e melhorando a circulação local.^{17,49}

Além disso, a modulação da inflamação combinada com a interação da luz com as fibras nervosas contribui significativamente para o efeito analgésico da TFBM, muitas vezes superando os resultados obtidos com terapias medicamentosas. Propõem-se que, induzido pela luz, a analgesia deriva de modificações na permeabilidade da membrana nos terminais nervosos, gerando também produção de β -endorfina, função inibitória da atividade neural e entre outros. Com tudo, a literatura enfatiza que a TFBM é eficaz no alívio imediato e duradouro da dor, ligado ao menor tempo de cicatrização.⁴²

A terapia de fotobiomodulação aprimora a recuperação dos tecidos ao desencadear um processo mais eficiente e coordenado. Pesquisas respaldam sua eficácia na restauração óssea pós-procedimentos cirúrgicos.¹² Na reparação de tecidos moles, promove uma disposição regular e densa das fibras de colágeno¹³, acelerando notavelmente o processo de cicatrização. Mesmo em relação ao tecido nervoso, visivelmente delicado em sua regeneração natural, a TFBM pode ser recomendada para intensificar o processo regenerativo, atuando na biomodulação da resposta nervosa e facilitando o retorno à funcionalidade normal do tecido.¹²

Essa terapia oferece uma abordagem minimamente invasiva, com baixos riscos de efeitos colaterais significativos, custo acessível e aplicação relativamente simples. Na odontologia, por exemplo, a TFBM possui uma variedade de aplicações, como citado nos tópicos abaixo, abrangendo diferentes situações clínicas e contribuindo para evolução dos tratamentos modernos.¹¹

- Pós-operatório cirúrgico
- Controle de edema
- Dor de origem musculoesquelética
- Paralisia facial
- Parestesia
- Nevralgia do trigêmeo
- Aftas e mucosites
- Hiper sensibilidade dentinária
- Bioestimulação óssea
- Aceleração da movimentação ortodôntica

2.4 Interação da luz com os tecidos

Reflexão, transmissão, espalhamento e absorção são processos ópticos resultados da interação do laser com os organismos vivos. Quando um tecido biológico interage com a luz do laser parte dela é refletida enquanto outra parte é absorvida ou transmitida, e uma porção menor é espalhada.⁵⁰

A primeira lei de fotobiologia, nomeada Grotthus-Draper, estabelece que a luz deve ser absorvida por uma substância química afim de produzir uma reação fotoquímica. Apenas a luz absorvida é capaz de gerar efeitos fundamentais, são eles: fototérmico, o tecido alvo atingido é destruído quando a energia luminosa se converte em calor; fotoquímico, é o princípio básico da terapia fotodinâmica, pois seus efeitos geram uma reação química através da absorção luminosa; fotomecânico, é resultado da expansão térmica.⁵⁰

A absorção eficaz da energia luminosa depende da densidade de energia ou fluência, medida em J/cm². A efetividade do tratamento se dá através da

compatibilidade entre o comprimento de onda utilizado, capacidade de absorção e quantidade de cromóforos.^{51,52,53,54}

O tecido que será irradiado e a quantidade de energia utilizada definem a forma de entrosamento entre os lasers e os tecidos biológicos, pois devem coincidir com o nível de absorção e coeficiente do tecido visado. A água desempenha um papel crucial, sendo o componente predominante em tecidos moles e duros, influenciando diretamente a profundidade em que a energia do fóton é absorvida. A dissipação da energia do laser varia de acordo com o comprimento de onda utilizado, seguindo uma relação inversa.^{51,52,53,54}

2.5 Decorrências biológicas favoráveis do laser

2.5.1 Crescimento celular

A fototerapia tem a capacidade de impulsionar diferentes processos celulares, como a expansão, a multiplicação e a especialização. A multiplicação celular é um fator chave para os efeitos benéficos da fototerapia.^{55,56}

Os efeitos estimulantes da TFBM no crescimento celular englobam: redução da secreção de alguns mediadores químicos, alteração na densidade capilar, indução à produção de colágeno, estímulo da divisão celular nas células da epiderme e nos fibroblastos, estímulo a microcirculação local.^{55,56}

Esses efeitos estão diretamente relacionados a quantidade de absorção de energia pela célula e ao seu estado físico. Quando a quantidade de energia absorvida ultrapassa esse princípio há um aumento na atividade celular, podendo ocorrer uma falta de resposta ou até mesmo uma inibição da atividade celular.^{55,56}

2.5.2 Analgesia

A diminuição da dor é permeada por processos induzidos pelos lasers vermelho e infravermelho, os quais impactam a condução dos impulsos nervosos. Existem diversos mecanismos que contribuem para a analgesia gerada pela TFBM, tais como: redução do edema; melhora da microcirculação sanguínea, reduzindo a asfixia tecidual e eliminando toxinas; influência nas fibras mielínicas; equilíbrio modificado

entre adrenalina-noradrenalina; elevação na produção de ATP gerando relaxamento muscular; aumento de β -endorfina; e principalmente se dá pela modificação na permeabilidade da membrana nervosa para íons de sódio e potássio, resultando em hiperpolarização.^{14,55,56}

A eficácia da analgesia é favorecida pela aplicação do laser na faixa do infravermelho devido à ativação de mecanismos específicos. A resposta individual à fotobiomodulação está intimamente ligada à interação singular da luz com os cromóforos locais que englobam não apenas células, mas também vasos sanguíneos, sendo esses responsáveis por intermediar os efeitos no tecido.^{14,55,56}

Mesmo com menor penetração nos tecidos em comparação ao infravermelho, o laser na faixa do vermelho também desempenha um papel significativo na analgesia, principalmente ao influenciar os nociceptores localizados nas camadas mais superficiais do tecido. Para otimizar a eficácia da analgesia, é importante considerar não apenas a escolha da faixa de luz, mas também outros fatores que impactam diretamente nos resultados desejados.^{14,55,56}

2.5.3 Modulação da inflamação

A inflamação é um processo complexo que desencadeia uma série de mudanças tanto a nível bioquímico quanto morfológico nos tecidos, afetando estruturas vasculares e celulares.^{14,55,56}

Existem dois tipos de inflamação, a aguda que possui menor duração, e apresenta exsudação de fluidos e proteínas do plasma, além da migração de células de defesa. A crônica, por sua vez, apresenta uma duração mais longa, marcada pela presença de linfócitos e macrófagos, e pela proliferação de pequenos vasos sanguíneos e tecido conjuntivo.^{14,55,56}

Os lasers vermelho e infravermelho apresentam efetividade em relação a condição inflamatória, porém o segundo apresenta resultados ainda mais positivos. A interação da TFBM com os processos inflamatório se dá pela capacidade de aumento da microcirculação no local, que resulta no aumento da drenagem linfática, ativação das células de defesa, aceleração na reparação tecidual, efeitos antioxidantes,

inibição de fatores quimiotáticos e formação de novos vasos sanguíneos. Regularizando então a resposta do hospedeiro, reduzindo o edema, a dor e gerando uma melhor quantidade e qualidade de tecido.^{14,55,56}

2.5.4 Reparação dos tecidos

Injúrias teciduais acontecem de forma recorrente no âmbito odontológico, afetando os tecidos orais (epitelial, conjuntivo, muscular, mineralizado e nervoso), acarretando em morte celular e destruição da matriz extracelular dos mesmos, devido a inflamação aguda oriunda do trauma.^{14,55,56}

Antes mesmo do processo inflamatório, se inicia o processo de reparação tecidual. Visando substituir as células mortas ou danificadas por células saudáveis, ocorre o processo de neoformação, a qual exige uma ordem específica das estruturas envolvidas, fazendo com que cada parte mantenha sua própria fisiologia e função.^{14,55,56}

No processo de cicatrização a TFBM atua de forma positiva nas três fases de regeneração do tecido lesionado, são essas: inflamatória, proliferativa e remodelamento. Nesse processo, acontece a mediação da inflamação e de enzimas, estimulação de linfócitos, ativação de mastócitos, elevação na produção de ATP na mitocôndria, multiplicação de variados tipos celulares, remodelação do tecido e finalização da neoformação tecidual. Por outro lado, no tecido ósseo, há o aumento dos osteoblastos, atuando na diferenciação e calcificação.^{14,55,56}

2.6 Dosimetria

No processo terapêutico da fotobiomodulação, a relação entre equipamento e tecido é definida por parâmetros físicos, características do tecido e o profissional que irá utilizá-lo. Diante dos parâmetros físicos, destacam-se fatores como: comprimento de onda, energia, potência, área, irradiância ou densidade de potência, fluência e tempo.¹⁵

O comprimento de onda, se divide em duas faixas do espectro eletromagnético, a de 600 nm à 700 nm, faixa do vermelho (feixe visível), e a de 750 nm à 1000 nm,

correspondente à faixa do infravermelho (feixe não visível), definindo principalmente a profundidade de penetração e energia depositada.¹⁵

Para calcularmos a quantidade de energia necessária do equipamento, precisamos multiplicar a potência (quantidade de fótons que atingem o tecido por unidade de tempo) pelo tempo (determinado por cada ponto a ser irradiado).¹⁵

A fórmula matemática define então, que é $E = P \times t$. Sendo “E” definido em Joules (J), “P” em Watts (W), e “t” em segundos (s), de acordo com o sistema internacional de medidas (SI).¹⁵

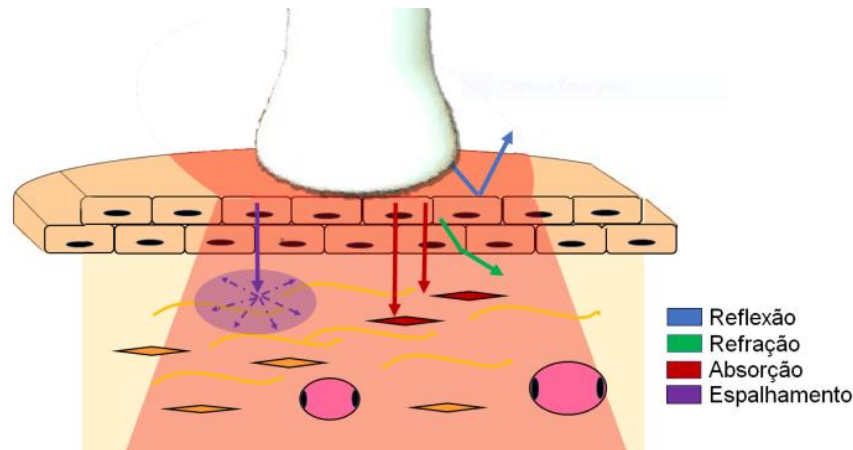
Para determinar a irradiância (potência de saída do equipamento) dividimos a potência pela área (área circular do feixe do laser). Sendo assim, $DP = P/A$, tendo “DP” em W/cm^2 , “P” em Watts (W) e “A” em cm^2 .¹⁵

Vale ressaltar que dependendo da programação do equipamento a área pode ser definida pelo feixe do laser ou pela superfície irradiada, ou seja, quando determinada pela superfície irradiada, a área é fixada no valor de 1 cm^2 . Dito isso a densidade de energia (DE) se torna igual a energia (E), pois DE é definido pela divisão de “E” sobre “A”.¹⁵

Ao irradiar um tecido, o laser promove quatro fenômenos básicos, fazendo com que a dose disparada, calculada previamente, não seja completamente absorvida pelo tecido. Dentre os eventos básicos, temos:¹⁵

- Reflexão: luz atinge o tecido e retorna ao local de origem. ¹⁵
- Refração: luz segue diferente direção quando atravessa duas regiões teciduais diferentes, porém quando é aplicado perpendicular não há essa mudança de percurso.¹⁵
- Espalhamento: luz difundida em maior volume, atingindo partículas de diferentes densidades e em diversas direções, aumentando o raio de absorção.¹⁵
- Absorção: luz atinge o tecido de forma direta e se mantém no meio irradiado. ¹⁵

Figura 1 – Interação com o tecido alvo e a luz



Fonte: Andréa Dias Neves Lago (2021)

Quando falamos em dosimetria é importante entender que ela vai muito além da dose a ser aplicada, da potência e do tempo. Cada caso e cada paciente demanda a sua individualidade quanto ao comprimento de onda, se será aplicado de forma pontual ou em varredura, em um ponto ou mais, o local de aplicação, e a quantidade de sessões que serão necessárias. Todos esses fatores alinhados e bem executados, são responsáveis pelo sucesso da TFBM.²²

2.6.1 Características individuais do paciente

Existem diversos fatores os quais influenciam na terapia de fotobiomodulação, muitas estão relacionadas as características individuais do paciente. Em primeiro ponto analisa-se a saúde geral do paciente, atentando-se aos diabéticos, oncológicos e entre outros comprometidos sistemicamente, pois ocorre uma diferente reparação tecidual. A idade e massa corpórea também se mostram relevantes na anamnese prévia, pois pacientes mais jovens possuem metabolismo mais acelerado e pacientes com sobrepeso possuem maior camada adiposa, dificultando a passagem de luz.¹⁵

A etnia por outro lado é o fator mais influente na TFBM, principalmente em aplicações extraorais, pois o laser possui alta interação com a melanina, sendo assim pacientes com altos níveis dessa proteína estão propensos ao aquecimento na região aplicada.¹⁵

Além disso, caso algum protocolo necessite da terapia diariamente, é preciso contar com a disponibilidade do paciente.¹⁵

2.7 Processo cirúrgico

De forma recorrente é esquecido pelos profissionais da odontologia que sempre após uma cirurgia, gera-se uma ferida, que mesmo após a última sutura ser finalizada, o cuidado pós cirúrgico não deve ser anulado. O cuidado do cirurgião dentista (CD) com o paciente deve continuar até a cicatrização completa da lesão¹⁶, pois antes da síntese, há um processo inflamatório no qual a TFBM apresenta sucesso e eficácia nos seus resultados.¹⁷

Danos teciduais são causados ao longo dos tempos cirúrgicos (diérese, hemostasia, exérese e síntese) de uma exodontia, gerando lesões esperadas ao final da mesma. Logo após a síntese, o epitélio inicia sua regeneração, através da proliferação, migração e inibição por contato (quando as bordas livres se tocam, sendo sinalizado que não há necessidade de continuar crescendo), reestabelecendo assim sua integridade.¹⁸

2.7.1 Injúrias teciduais

São variados os fatores que corroboram em insultos físicos ou químicos durante os tempos cirúrgicos.¹⁸

Lesões traumáticas de forma física englobam incisões por meio das lâminas de bisturi, esmagamentos causados pelos movimentos da alavanca e do fórceps, gerando a luxação. Altas temperaturas são causadas quando há a necessidade de osteotomia ou odontosecção, pois com a utilização da alta e da baixa rotação há o aquecimento das estruturas, podendo causar também a desidratação quando não há irrigação adequada com soro fisiológico.¹⁸

As injúrias químicas são causadas principalmente por substâncias como os sais anestésicos que possuem pH não fisiológico (perturbando a integridade de proteínas) ou até mesmo gerando isquemia. A constrição vascular, por sua vez, é gerada pela união entre os sais com substâncias vasoconstrictoras.¹⁸

A aplicação terapêutica da energia luminosa facilita a reparação tecidual, quando utilizamos o feixe vermelho com uma energia de 2J por ponto, gerando um aumento na produção de ATP e aumento no processo de mitose celular, reconstituindo a integridade do tecido mole.²²

2.7.2 Inflamação

Após uma lesão tecidual, imediatamente inicia-se a etapa inflamatória.¹⁸ A inflamação é um processo esperado e necessário para que ocorra a reparação tecidual.¹⁹ Sendo assim, destacam-se as fases inflamatórias para a recuperação do tecido, são elas: fase irritativa, fase vascular, fase exsudativa, fase degenerativa-necrótica e fase reparadora.²⁰

A ação da TFBM atua diretamente nessas fases. Por intermédio dela, ocorre então o aumento da fagocitose pelos macrófagos, elevação da proliferação e ativação dos linfócitos, aumento dos fatores de crescimento pelos fibroblastos²¹, aumento da angiogênese, da vasodilatação, das sínteses de ATP intramitocondrial, da permeabilidade de membrana, da abertura dos canais de Ca^{++} , da microcirculação local, dos potenciais de ação das células, da proliferação e diferenciação celular, da síntese e remodelação do colágeno, da produção de beta endorfinas, causará também a diminuição das bradicininas, eliminação de toxinas, modulação das ações redox e de PH.²⁰

É sugerido que a aplicação ocorra de forma pontual mantendo sempre contato com o tecido alvo. Em paciente com uma maior quantidade de tecido adiposo, a dose pode ser aumentada e uma maior pressão sobre a pele auxiliará na profundidade de penetração. Para irradiar uma maior extensão, deve-se apresentar uma distância de aproximadamente 1,5 cm de um ponto para outro. Esta forma de aplicação beneficia não somente o tecido de interesse, mas também a circulação sanguínea local.²²

2.7.3 Reparação óssea

Após o processo cirúrgico, não se pode deixar o alvéolo vazio, para isso, a sutura torna-se indispensável para a cicatrização óssea. Os alvéolos cicatrizam por segunda intenção, ou seja, é necessário que ele se preencha de sangue que coagule

e vede a cavidade. Durante a fase inflamatória há um acúmulo de glóbulos brancos afim de remover bactérias contaminantes e inicia-se a quebra de possíveis detritos, como fragmentos ósseos deixados na cavidade que serão eliminados por meio de osteoclastos.¹⁸

Além disso, durante a primeira semana, também ocorre o aumento de fibroblastos e vasos capilares, aumentando assim o volume do coágulo interno, isso corrobora em acúmulo dos osteoclastos ao longo da crista óssea.¹⁸

A TFBM, é capaz de induzir a melhor formação e regeneração tecidual. Com isso, em tecido ósseo facilita-se a neoformação, através de osteoblastos e osteoclastos, aplicando a terapia infravermelha por 40 segundos ponto a ponto de forma parada e em contato, com energia de 4J e mantendo uma distância de aproximadamente de 2 cm entre os pontos.²²

2.8 Consequência pós cirúrgicas

2.8.1 Dor

A dor, assim como a inflamação, é subdividida em crônica (longa duração) e aguda (curta duração).²⁰ Além disso, elas também são divididas em inflamatória (lesões a músculos, ossos, cartilagens, ligamentos e tecidos), neuropáticas (neuralgia do trigêmeo), reflexas (distante do local da injúria), viscerais e psicogênicas (sem danos físicos, mas com sintomas psicológicos).^{23,24,25}

Os impulsos nervosos acontecem por meio da bomba de sódio e potássio (Na^+ e K^+). Por intermédio de uma proteína que transporta esses íons, a enzima ATPase hidrolisa a molécula de ATP, o que gera energia. Um estímulo leva à maior permeabilidade de Na^+ , resultando em uma corrente elétrica.²⁵

A TFBM atua diretamente na produção de ATP pela mitocôndria e na permeabilidade de membrana. Isso resulta no aumento do metabolismo oxidativo e na normalização da função celular, impactando a síntese de beta endorfina e diminuição de bradicininas.^{26,27} Além disso, a terapia também atua na dor resultante de processos inflamatórios, todos esses fatores colaboram então na analgesia pós operatória.^{28,29}

Portanto, para dores agudas o laser será aplicado em doses baixas de 1 a 4J, de forma pontual e com frequência diária durante 5 a 10 dias. Já para dores crônicas serão necessárias doses moderadas a altas de 4 a 9J, também de forma pontual, mas apenas, de duas a três vezes por semana.²²

2.8.2 Edema

No pós cirúrgico de exodontias simples de apenas um elemento, provavelmente não haverá um inchaço visível ao paciente. Porém em extrações múltiplas, dentes inclusos ou osteotomia, pode ocasionar o surgimento de inchaços moderados a severos.³⁰

O edema inicia-se entre 36 a 48 horas após o procedimento e tende a diminuir do terceiro ao quarto dia, sumindo normalmente no final da primeira semana. Entretanto, caso ocorra um aumento após o terceiro dia, leva-se a concluir a presença de infecção (celulite facial).³⁰

Em terapias convencionais, além dos medicamentos, alguns cirurgiões dentistas indicam a utilização de compressas geladas, por 20 minutos seguidos durante algumas vezes ao longo do dia.³⁰

Contudo, áreas edemaciadas também são beneficiadas pela TFBM, no sentido de acelerar a remoção de linfa e otimização da resposta imunológica. Para isso, utiliza-se o laser infravermelho com energia de 3 ou 4J por aproximadamente 30 segundos em contato com a pele e parado.²²

2.8.3 Parestesia

A parestesia é descrita como uma anestesia persistente, ou seja, com duração bem maior que a esperada. Quanto mais tempo durar a mesma, maior será o potencial de desenvolvimento de problemas. A parestesia, mesmo que por diversas vezes seja nociva, é uma das consequências mais frequentes por negligência do profissional odontólogo.³¹

Durante a aplicação de uma técnica anestésica pode ocorrer a lesão direta do nervo, quando há contato entre a agulha e a bainha nervosa. Muitos pacientes relatarão a sensação de um choque elétrico por toda a extensão do nervo, porém mesmo sendo altamente improvável o rompimento total do tronco nervoso, apenas o contato com a agulha é suficiente para gerar uma parestesia indesejada.³¹

De forma frequente vemos a ocorrência do rompimento total dos nervos, mentoniano, lingual, bucal, nasopalatino e alveolar inferior. Em sua maioria são gerados por execução de retalhos, durante a remoção de dentes inclusos ou quando há contato íntimo entre as raízes dentárias e um nervo. Em exodontias de terceiros molares inferiores, por exemplo, caso não seja tomado os devidos cuidados, pode ocorrer a tal intercorrência e infelizmente de caráter irreversível.³²

A terapia luminosa auxilia em casos de lesão nervosa sem secção total do nervo. Para isso aplica-se o laser infravermelho em torno de 6J por 60 segundos ponto a ponto, e em média serão necessárias de 6 a 10 sessões. A aplicação deve ser feita em todo o ramo afetado, por isso a necessidade do entendimento anatômico.²²

2.8.4 Trismo

O trismo se trata de uma situação transitória, no qual o paciente tem a abertura de boca dificultada ou impossibilitada, havendo grau leve ou moderado.²² Tal intercorrência ocorre de forma frequente em exodontias de terceiros molares inferiores, pois pode decorrer de múltiplas injeções da anestesia local ou da resposta inflamatória generalizada oriunda do processo cirúrgico. O músculo mais afetado é o pterigoide medial.³⁰

Na terapia medicamentosa, o tratamento indicado consiste na prescrição de relaxantes musculares e analgésicos, porém em casos de envolvimento infeccioso utiliza-se a antibioticoterapia. A terapia de fotobiomodulação alia-se a essa intercorrência de forma positiva. Com sessões diárias durante três a quatro dias é possível aplicar a onda vermelha sobre a musculatura facial com a energia de 2J em pontos equidistantes de 2cm. Em região de ATM aplica-se a onda infravermelha com energia de 4J diretamente na articulação.²²

3. CONCLUSÃO

A relevância da terapia de fotobiomodulação no pós cirúrgico de exodontias é evidente não apenas pelos ótimos resultados obtidos na cicatrização, mas também pelos benefícios psicológicos e pelo conforto que proporciona aos pacientes. A aplicação da TFBM alivia a dor, acelera o processo de cicatrização e reparo dos tecidos, além disso, a terapia atua de maneira localizada, sem afetar o organismo do paciente de forma sistêmica.

O cirurgião-dentista capacitado na terapia de fotobiomodulação está apto a aplicar o tratamento mais adequado para uma boa recuperação pós cirúrgica, garantindo o melhor prognóstico e a recuperação funcional. É essencial que os profissionais se mantenham atualizados sobre tratamentos alternativos, estudando, avaliando e desenvolvendo os melhores planos de tratamento para seus pacientes.

A literatura revisada confirma que a TFBM é eficaz como uma terapia complementar, não só em pós operatório de exodontias, mas também em várias áreas da odontologia. Portanto, saber a maneira correta de indicar e aplicar a técnica correta, assegura a obtenção dos resultados desejados e minimizando os riscos de insucesso.

4. REFERÊNCIAS

1. Chambrone L, Wang HL, Romanos G.E, Antimicrobial photodynamic therapy for the treatment of periodontitis and periimplantitis: An American Academy of Periodontology best evidence review. *Journal of Periodontology*, 2018; 89; (7): 783-803.
2. Greco M, Guida G, Perlino E, Marra E, Quagliariello E. Increase in RNA and protein synthesis by mitochondria irradiated with helium-neon lase. *Biochemical and Biophys Research Communications*, 1989; 163; (3):1428-34. set
3. Karu T, Primary and secundar mechanisms of action of visible to near-IR radiation on cells. *Journal of Photochemistry and Photobiology b: Biology*, 1999; 49(1): 1-17.
4. Mileto TN, Azambuja FG. Low-intensity laser efficacy in postoperative extraction of third molars. *Revista Gaúcha de Odontologia*, 2017; 65; (1): 13-9. mar
5. Silva F. A evolução da teoria ondulatória da luz e os livros didáticos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 2007; 29; (1): 149-59.
6. Ribeiro M. Princípios do uso de lasers na Odontologia. In: Garcez A. et al. *Aplicações clínicas do laser na odontologia*. São Paulo: Editora Manole; 2020: 1-17.
7. Dionísio P.H. Albert Einstein e a física quântica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 2005; 22; (2):147-64.
8. Mendes R., Furtado G., Silva D., Marques D., Lago A. Histórico do laser. In: Lago A. *Laser na Odontologia: conceitos e aplicações clínicas*. São Luís: Edufma; 2021: 41-5.
9. Silva M., Mendes B., Lago A., Menezes F., Cordon R., Práticas integrativas e complementares em saúde e sua contribuição na odontologia. In: Lago A. *Laser na Odontologia: conceitos e aplicações clínicas*. São Luís: Edufma; 2021: 22-38.
10. Silva D, Deana A, Navarro R, Conceitos físicos dos lasers. In: Lago A. *Laser na Odontologia: conceitos e aplicações clínicas*. São Luís: Edufma; 2021: 56-78.
11. Vivan C, Dantas C, Lago A, Freitas P, Mecanismo de ação e propriedades dos lasers. In: Lago A. *Laser na Odontologia: conceitos e aplicações clínicas*. São Luís: Edufma; 2021: 79-93.

12. Davoudi A, Amrolahi M, Khaki H. Effects of laser therapy on patients who underwent rapid maxillary expansion; a systematic review. *Lasers Med Sci.* 2018;33(6):1387-1395.
13. Medrado AP, Soares AP, Santos ET, Reis SR, Andrade ZA. Influence of laser photobiomodulation upon connective tissue remodeling during wound healing. *J Photochem Photobiol B.* 2008;92(3):144-52.
14. Rodrigues F, Araújo E, Araújo J, Interação da luz com os tecidos biológicos. In: Lago A. *Laser na Odontologia: conceitos e aplicações clínicas.* São Luís: Edufma; 2021: 94-104.
15. Cotomacio C, Fukuoka C, Simões A, Dosimetria. In: Lago A. *Laser na Odontologia: conceitos e aplicações clínicas.* São Luís: Edufma; 2021: 128-42.
16. Hupp J. Princípios da Cirurgia. In: Hupp J, Ellis E, Tucker M. *Cirurgia oral e maxilofacial contemporânea.* 6º ed. Rio de Janeiro (RJ): Elsevier; 2015. 1-64
17. Bjordal JM, Johnson MI, Iversen V, Aimbire F, Lopes-Martins RA. Low-level laser therapy in acute pain: a systematic review of possible mechanisms of action and clinical effects in randomized placebo-controlled trials. *Photomed Laser Surg.* 2006;24(2):158-68.
18. Hupp J. Reparo de feridas. In: Hupp J, Ellis E, Tucker M. *Cirurgia oral e maxilofacial contemporânea.* 6ª ed. Rio de Janeiro (RJ): Elsevier; 2015. 43-53
19. González F, Madrid F. NSAIDs: Learning new tricks from old drugs. *European Journal of Immunology.* 2015. 45: 679-86.
20. Lizarelli R, Kraul L, Bello L. Fototerapias na harmonização orofacial. In: Lago A. *Laser na Odontologia: conceitos e aplicações clínicas.* São Luís: Edufma; 2021: 256-96.
21. Bourguignon Filho A, Feitosa A, Beltrão G, Pagnoncelli R. Utilização do laser de baixa intensidade no processo de cicatrização tecidual. Revisão da literatura. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial.* 2005; 46(1):37-43.
22. Lizarelli R. Manual clínico do laser duo para cirurgões-dentistas. *Laser duo.* 2021;1:1-44
23. Schestatsky P. Definição, diagnóstico e tratamento da dor neuropática. *Revista HCPA* 2008;28(3):177-87.

24. Simunovic Z. Pain and Practical Aspects of its management. Simunovic Z. Lasers in Medicine and dentistry: basic science and up-to- date clinical applications of low energy-level laser therapy. Croatia: European Medical Laser Association. 2000;14:269-299.
25. Moreira ES. Propriedades farmacológicas das sinapses neuromusculares. In: Moreira E. Coleção monografias neuro-anatômicas e morfofuncionais: Os neurônios, as sinapses, o impulso nervoso e os mecanismos morfo-funcionais de transmissão dos sinais neurais no sistema nervoso. Volta Redonda: UniFOA, 2017: 70-81.
26. Chow RT, David MA, Armati PJ. 830 nm laser irradiation induces varicosity formation, reduces mitochondrial membrane potential and blocks fast axonal flow in small and médium diameter rat dorsal root ganglion neurons: implications for the analgesic effects of 830 nm laser. Journal of Peripheral Nervous System. 2007; 12(1):28-39.
27. Hawkins D, Abrahamse H. Phototherapy: a treatment modality for wound healing and pain relief. African Journal of Biomedical Research. 2007; 10:99–109.
28. Serra A, Ashmawi H. Influência da naloxona e metisergida sobre o efeito analgésico do laser em baixa intensidade em modelo experimental de dor. Revista Brasileira de Anestesiologia. 2010; 60(3):302-10.
29. Meireles, A et al. Avaliação do papel de opioides endógenos na analgesia do laser de baixapotência, 820 nm, em joelho de ratos Wistar. Revista Dor, São Paulo 2012; 13(2):152-5.
30. Hupp J. Controle pós-operatório do paciente. In: Hupp J, Ellis E, Tucker M. Cirurgia oral e maxilofacial contemporânea. 6ª ed. Rio de Janeiro (RJ): Elsevier; 2015. 168-73
31. Malamed S. Complicações Locais. In: Malamed S. Manual de anestesia local. 6ª ed. Rio de Janeiro (RJ): Elsevier; 2013. 292-310
32. Hupp J. Prevenção e tratamento das complicações de extrações. In: Hupp J, Ellis E, Tucker M. Cirurgia oral e maxilofacial contemporânea. 6ª ed. Rio de Janeiro (RJ): Elsevier; 2015. 174-87

33. Silva Neto CP, Freire Júnior O. Um presente de Apolo: lasers, história e aplicações. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 2017;39(1).
34. Franck P, Henderson PW, Rothaus KO. Basics of Lasers: History, Physics, and Clinical Applications. *Clinics in Plastic Surgery*. 2016;43(3):505-13.
35. Fra. Incluir referencia aqui da conclusão
36. Gross AJ, Herrmann TR. History of lasers. *World Journal of Urology*. 2007;25(3):217-20.
37. Parker S. Verifiable CPD paper: introduction, history of lasers and laser light production. *Brazilian Dental Journal*. 2007 Jan 13;202(1):21-31.
38. Karu T, Photobiological fundamentals of low-power laser therapy. *IEEE Journal of Quantum Electronics*, 1987; 23; (10): 1703-17
39. Karu T, Molecular mechanism of the therapeutic effect of low-intensity laser radiation. *Lasers in the Life Sciences*, 1988; 2; (1): 53-74
40. Enwemeka C, Ultrastructural morphometry of membrane-bound intracytoplasmic collagen fibrils in tendon fibroblasts exposed to He:Ne laser beam. *Tissue and Cell*, 1992; 24; (4): 511-23
41. Farivar S, Malekshahabi T, Shiari R. Biological effects of low level laser therapy. *J Lasers Med Sci*. 2014;5(2):58-62.
42. de Oliveira RF, de Andrade Salgado DM, Trevelin LT, Lopes RM, da Cunha SR, Aranha AC, de Paula Eduardo C, de Freitas PM. Benefits of laser phototherapy on nerve repair. *Lasers Med Sci*. 2015;30(4):1395-406.
43. Maiman T. Stimulated Optical Radiation in Ruby. *Nature*. 1960;187:493-4.
44. Desiate A, Cantore S, Tullo D, Profeta G, Grassi FR, Ballini A. 980 nm diode lasers in oral and facial practice: current state of the science and art. *Int J Med Sci*. 2009;6(6):358-64.
45. Zezell DM, Ana PA. High power lasers and their interaction with biological tissues. In: Freitas P, Simões A, editores. *Lasers in Dentistry: Guide for Clinical Practice*. 1ª ed. Iowa: Wiley Blackwell; 2015. 223-8.
46. Piazza B, Vivian RR. O uso do laser e seus princípios em endodontia: revisão de literatura. *Salusvita*. 2017;36(1):205-221.
47. Leal Junior EC, et.al. Effects of low-level laser therapy (LLLT) in the development of exercise-induced skeletal muscle fatigue and changes in

- biochemical markers related to postexercise recovery. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(8):524-32.
48. Maluf AP, Ughini GC, Maluf RP, Pagnoncelli RM. Utilização de laser terapêutico em exodontia de terceiros molares inferiores. *RGO.* 2006;(54):182-4.
 49. Uchôa Lins RDA, Dantas EM, Lucena KCR, Catão MHCV, Granville-Garcia AF, Carvalho Neto LG. Efeitos bioestimulantes do laser de baixa potência no processo de reparo. *An Bras Dermatol.* 2010;85(6):925-930.
 50. Zezell DM, Maldonado EP, Ribeiro MS. Mestrado Profissionalizante “Lasers em Odontologia” – Interação da Luz Laser com tecidos Biológicos: Aplicações [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 1999.
 51. Trelles MA, Mayayo E. “Bone fracture consolidates faster with low-power laser.” *Lasers in Surgery and Medicine,* 1987;7(1):36-45.
 52. Luke AM, Mathew S, Altawash MM, Madan BM. “Lasers: A Review With Their Applications in Oral Medicine.” *Journal of Lasers in Medical Sciences,* 2019;10(4):324-329.
 53. Souza LG de, Marcolino AM, Kuriki HU, Gonçalves ECD, Fonseca M de CR, Barbosa RI. “Comparative effect of photobiomodulation associated with dexamethasone after sciatic nerve injury model.” *Lasers in Medical Science,* 2018;33:1341–1349.
 54. Brito A de, Alves AN, Ribeiro BG, Barbosa DVD.EB, Magalhaes EMR, Fernandes KPS, Bussadori SK, Goulardins JB, Mesquita-Ferrari RA. “Effect of photobiomodulation on connective tissue remodeling and regeneration of skeletal muscle in elderly rats.” *Lasers in Medical Science,* 2018;33:513–521.
 55. Solmaz H, Ulgen Y, Gulsoy M. Photobiomodulation of wound healing via visible and infrared laser irradiation. *Lasers in Medical Science.* 2017 May;32(4):903-910
 56. Eduardo CP, Aranha ACC, Lage Marques JL, Azevedo LH, Freitas PM, Gouw-Soares S. “Fundamentos de Odontologia – Lasers em Odontologia.” 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.