

CENTRO UNIVERSITÁRIO SÃO JOSÉ
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

ANDRESSA MILANEZ MARQUES LOPES
PÂMELA CAVALCANTE LOPES
RAYANA BURLE MATOS

INDICAÇÕES E BENEFÍCIOS DA APLICAÇÃO DO LASER DE
BAIXA FREQUÊNCIA EM ODONTOLOGIA

Rio de Janeiro
2023.1

ANDRESSA MILANEZ MARQUES LOPES – MATRÍCULA: 1151934

PÂMELA CAVALCANTE LOPES – MATRÍCULA: 01.2018.2.2232

RAYANA BURLE MATOS – MATRÍCULA: 01.2020.1.4422

**INDICAÇÕES E BENEFÍCIOS DA APLICAÇÃO DO LASER DE
BAIXA FREQUÊNCIA EM ODONTOLOGIA**

Projeto de pesquisa apresentado como exigência parcial da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II), do Curso de Graduação em Odontologia do Centro Universitário São José.

Orientadora: Prof^a. Raquel Florêncio da Silva

**Rio de Janeiro
2023.1**

RESUMO

A evolução dos materiais e técnicas tem proporcionado novas perspectivas no manejo da dor e conforto para os pacientes, o que tem sido um fator importante para aqueles que evitam buscar tratamento odontológico. Nesse contexto, a laserterapia, em especial o laser de baixa frequência tem se mostrado uma ferramenta significativa na odontologia. Embora o uso do laser na odontologia esteja em crescimento, ainda existe uma lacuna de conhecimento entre os profissionais da área. Portanto, este estudo tem como objetivo apresentar as principais indicações e benefícios da aplicação do laser de baixa frequência na odontologia, ressaltando as indicações dos laser vermelho e infravermelho assim como seus benefícios para pacientes e profissionais. Foi possível constatar que é a compreensão dos princípios básicos e efeitos biológicos da terapia com laser de baixa frequência, bem como avaliar a indicação clínica para cada paciente é fundamental, para garantir o sucesso do tratamento. Nesse sentido, a laserterapia têm revolucionado os procedimentos odontológicos, possibilitando a redução do tempo de cirurgias, do período de recuperação dos pacientes e das complicações pós-operatórias. Frente a isso, o uso adequado do laser requer conhecimentos e habilidades por parte dos profissionais, a fim de proporcionar uma melhor segurança no tratamento dos pacientes.

Palavras-chave: laserterapia, terapia com laser de baixa frequência, odontologia.

ABSTRACT

The evolution of materials and techniques has provided new perspectives in pain management and comfort for patients, which has been an important factor for those who avoid dental treatment. In this context, laser therapy, especially the low-frequency laser, has proven to be a significant tool in odontology. Although the use of lasers in odontology is growing, there is still a knowledge gap among professionals in this field. Therefore, this study aims to present the main indications and benefits of the application of the low-frequency laser in odontology, highlighting the indications of the red and infrared lasers, as well as their benefits for patients and professionals. It was possible to verify that it is the understanding of the basic principles and biological effects of low frequency laser therapy, as well as to evaluate the clinical indication for each patient is fundamental to guarantee the success of the treatment. In this sense, laser therapy has revolutionized dental procedures, making it possible to reduce the time of surgeries, the recovery period for patients, and postoperative complications. In view of this, the adequate use of the laser requires knowledge and skills on the part of the professionals, to provide better safety in the treatment of patients.

Keywords: laser therapy, low frequency laser therapy, odontology.

INTRODUÇÃO

Em meio a uma fase em que os avanços tecnológicos alcançaram vários campos da sociedade, o trabalho desenvolvido pela odontologia também foi afetado de maneira positiva por esse processo de mudanças. A evolução tanto no âmbito dos materiais quanto das técnicas, trouxe novas perspectivas no manejo da dor e conforto para o paciente, principais fatores que impedem muitas pessoas de procurar tratamento (SOUSA *et al.*, 2014).

A diminuição do tempo clínico de tratamento e a cura acelerada das lesões bucais têm sido uma constante preocupação de profissionais e pacientes diante dos diversos procedimentos odontológicos. Assim sendo, a incessante demanda por recursos terapêuticos eficientes que visam minimizar ou até mesmo acabar com processos dolorosos melhorando o bem estar pessoal são analisados e aprimorados nos dias atuais. Nesse sentido, a laseterapia no contexto do campo da saúde é uma ferramenta bastante significativa principalmente em procedimentos, como nas especializações odontológicas (SRIVASTAVA VK e MAHAJAN S, 2014).

O laser é uma radiação que se encontra no espectro de luz que varia desde infravermelho ao ultravioleta, passando pelo espectro visível (BRUGNERA JÚNIOR *et al.*, 2003). Os lasers são classificados de acordo com a potência de emissão da radiação podendo ser: laser de alta, média e baixa intensidade. Entretanto, na Odontologia os lasers mais comumente utilizados são os de alta e baixa frequência (SANTOS *et al.*, 2021).

Os lasers de alta intensidade, também conhecidos como laser cirúrgico ou *hard laser*, emitem radiação de alta potência, sendo utilizados preferencialmente em procedimentos cirúrgicos e apresentam um alto custo quando comparado com os lasers de baixa frequência. Já os lasers de baixa frequência também denominados *soft-laser* são destinados em processos de reparação tecidual, em virtude dos efeitos benéficos para os tecidos que são irradiados, como ativação da microcirculação, produção de novos capilares, efeito analgésico (promove certo grau de conforto considerável ao paciente momentos após sua aplicação) anti-inflamatório, além do estímulo ao crescimento e à regeneração celular, sendo modulador da atividade celular

(SANTOS *et al.*, 2021; MOREIRA *et al.*, 2020; NEVES *et al.*, 2005). Os lasers de baixa frequência apresentam um considerável custo/benefício, onde por sua vez são cruciais para os profissionais da odontologia visto que apresentam inúmeras formas seguras de tratamentos nas respectivas especialidades da área.

Os lasers de baixa frequência podem ser divididos em dois tipos, quanto a faixa de comprimento de onda que emitem (Figura 1). O laser vermelho (luz visível - 400 a 600nm) apresenta uma ação mais superficial e reparadora, sendo mais indicado para lesões mais superficiais. O laser Infravermelho (luz não visível - 600nm a 1500nm), possui ação mais profunda (maior penetração) e por esse motivo é mais indicado para o combate de analgesias, processos inflamatórios (dor, edema) e reparação tecidual (FUKUDA, 2008). A maioria dos lasers clinicamente relevantes se enquadra na porção de luz visível do espectro eletromagnético, bem como na parte infravermelha de comprimento de onda mais longo do espectro eletromagnético (FRANCK, 2016).

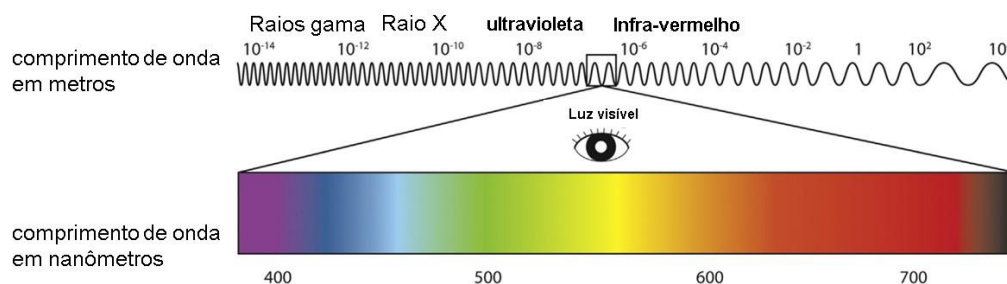


Figura 1: Espectro eletromagnético. Adaptado de FRANCK, 2016.

Entre as abordagens que têm ganhado destaque na laserterapia de baixa potência, destaca-se a terapia fotodinâmica antimicrobiana, conhecido pela sigla aPDT (*Antimicrobial photodynamic therapy*) (ST DENIS, 2011). Essa técnica inovadora combina a aplicação de substâncias fotossensibilizadoras (corantes) não tóxicas com luz de baixa intensidade para combater infecções microbianas.

No âmbito da odontologia, a terapia fotodinâmica antimicrobiana tem se mostrado especialmente relevante, proporcionando não apenas a redução do tempo clínico de tratamento, mas também uma cicatrização acelerada de lesões bucais.

Tendo em vista o que foi apresentado, o presente trabalho de conclusão de curso constitui-se em uma revisão bibliográfica tendo como objetivo apresentar as principais indicações e benefícios da aplicação do laser de baixa frequência na odontologia, ressaltando as indicações dos laser vermelho e infravermelho assim como seus benefícios para pacientes e profissionais.

Apesar de crescente, o uso do laser na odontologia, ainda é uma prática pouco frequente entre os profissionais da área. Nesse sentido, tal estudo justifica-se pela relevância e contribuição que ele trará ao conhecimento sobre os desafios e perspectivas dessa temática. Justifica-se também no âmbito acadêmico, uma vez que é de fundamental importância ter mais produções técnico-científicas nesse campo de conhecimento. Isso permite que o conhecimento se torne ainda mais acessível, facilitando a comparação e discussão dos achados.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os lasers têm revolucionado a ciência e a sociedade em que vivemos, consolidando-se como tratamentos efetivos nos dias de hoje. A utilização da luz com propósito medicinal (helioterapia) remonta à antiguidade, quando os egípcios, chineses e indianos a utilizavam para tratar condições como raquitismo, psoríase, câncer de pele e até psicose (MENDES, 2021).

Em 1903, o médico dinamarquês Niels Ryberg Finsen recebeu o Prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina pelo seu trabalho pioneiro no tratamento de doenças, especialmente o lúpus vulgar com radiação de luz concentrada (NOBEL PRIZE, 1903). Entretanto, somente com a formulação da teoria da emissão estimulada por Einstein, em 1917, as propriedades terapêuticas do

laser têm sido objeto de estudo.

Em 1957, os cientistas americanos Charles Townes e Arthur Achawlow apresentaram um aparato chamado de MASER (acrônimo das palavras em inglês: **M**icrowave **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation) que se utilizou a emissão estimulada. Esse trabalho foi publicado em 1958, na prestigiada revista científica *Physical Review* (MENDES, 2021). O primeiro laser óptico foi construído por Theodore Maiman em 1960. Ele havia proposto o nome LOSER (acrônimo para **L**ight **O**scillation by **S**timulated **E**mission of **R**adiation), mas como "loser" em inglês significa "perdedor", o nome foi alterado para "Laser", com a substituição da palavra "Oscillation" por "Amplification" (MENDES, 2021; SULEWSKI, 2000).

O termo LASER vem do acrônimo "**L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation" que em português, significa Amplificação de Luz por Emissão Estimulada de Radiação. A luz emitida pelos lasers é monocromática (tem um comprimento de onda único), coerente (os raios de luz estão em fase uns com os outros) e colimada (mesma orientação e a mesma frequência), o que permite que a luz seja focada em áreas específicas do corpo (MAHDIAN, 2021). Além disso, essas características tornaram seu uso viável em múltiplas aplicações na área da saúde (Figura 2).

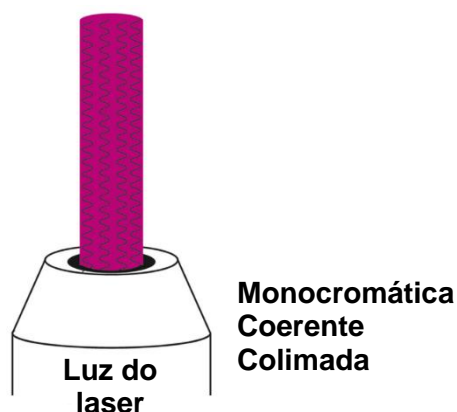


Figura 2: Propriedades da luz emitida pelos lasers. Adaptado de FRANCK, 2016.

Desde que o laser foi introduzido na medicina, os dentistas descobriram que poderiam também aplicar essa tecnologia em diversos procedimentos odontológicos. Em 1960, o primeiro emissor de laser a Rubi foi construído e o laser foi usado na odontologia pela primeira vez por Maiman para tratar esmalte cariado e dentina. No ano seguinte, Javan, Bennett e Herriot apresentaram o laser de He-Ne (Hélio-Neônio), enquanto Johnson desenvolveu o laser de Nd:YAG (Neodímio: ítrio-alumínio-granada). Em 1964, Patel e seus colaboradores apresentaram o laser de Dióxido de Carbono (MOSKVIN, 2017).

Em 1988, foi realizado o primeiro Congresso de Laser no Japão, que resultou na fundação da *International Society for Lasers in Dentistry* (ISLD) - Sociedade Internacional de Estudo de Laser na Odontologia. Pouco tempo depois, a FDA (*Food and Drug Administration dos Estados Unidos*) aprovou o uso do laser para cirurgias em tecidos moles da cavidade bucal (MOSKVIN, 2017). Esse avanço possibilitou a introdução de diversos tipos de laser na área odontológica, tais como argônio, dióxido de carbono (CO₂), Nd:YAG, cristal de alumínio dopado com érbio e ítrio (Er:YAG) e diodo laser (NADHREEN, et al. 2019).

Em 1970, o médico e professor húngaro Endre Mester foi pioneiro nos estudos envolvendo fotobiomodulação. Ele desenvolveu o laser de baixa potência com o propósito de estimular a cicatrização tecidual. Ao contrário do laser de alta potência, esse tipo de laser não causa efeitos térmicos significativos, a menos que ocorra um aumento no metabolismo celular e na vasodilatação na região, o que o torna adequado principalmente para a estimulação celular (LOPES, 2018).

Os avanços na tecnologia dos equipamentos de laser revolucionaram os procedimentos odontológicos, permitindo uma significativa redução no tempo de duração das cirurgias, no período de recuperação dos pacientes, nas complicações pós-operatórias e na redução de edemas. Além disso, esses equipamentos possibilitaram a bioestimulação dos tecidos moles, hoje conhecida como biorregulação, e um maior controle e alívio das dores crônicas (PIN, 2018).

A terapia com laser de baixa frequência (LLLT, do inglês *Low Level Laser Therapy*) tem sido amplamente utilizada em odontologia devido aos seus efeitos benéficos nos tecidos biológicos. A compreensão dos mecanismos subjacentes dos efeitos biológicos é crucial para o sucesso do tratamento, logo é crucial que o profissional odontológico possua conhecimento dos equipamentos e técnicas adequados para garantir a segurança dos pacientes e promover o máximo de conforto e segurança durante o tratamento. Neste trabalho, serão apresentados os principais efeitos biológicos da LLLT em tecidos orais, além de discutir a interpretação desses efeitos avaliando indicações e benefícios com base em evidências científicas.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Os princípios básicos e os efeitos biológicos da terapia com laser de baixa frequência na odontologia

Os princípios básicos dos lasers incluem transmissão, absorção, dispersão e reflexão, todos ocorrendo quando a luz do laser é aplicada a tecidos biológicos (DAGGETT, 2020). Ao incidir sobre um tecido biológico, o feixe luminoso poderá ser refletido, transmitido, espalhado ou absorvido (Figura 2). O seu comportamento pode sofrer influência de algumas variáveis, como as características ópticas específicas da região que está sendo irradiada e do equipamento utilizado (VIVIAN, 2021).

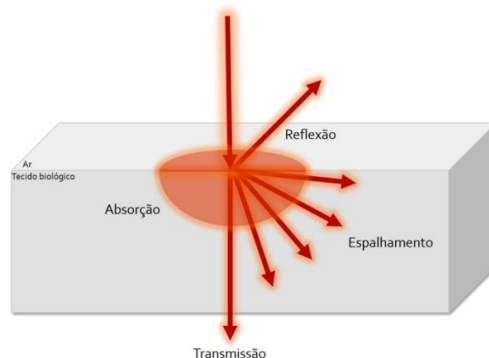


Figura 3: Esquema ilustrando a interação da luz laser com o tecido biológico.
Fonte: VIVIAN, 2021.

O primeiro princípio a ser considerado é o da absorção seletiva da luz pelo tecido biológico. O LLLT interagem com células ou tecidos de forma fotoquímica, fotofísica e/ou fotobiológica, em vez de efeitos térmicos. Os cromóforos dos tecidos biológicos, ou seja substâncias que absorvem luz, como a melanina, hemoglobina, hemomoléculas e porfirinas, absorvem a luz laser, o que pode produzir estimulação ou inibição de atividades enzimáticas e reações fotoquímicas. Esse processo de absorção seletiva da luz pode levar a diferentes efeitos biológicos, dependendo da interação específica entre a luz e o tecido (PROHASKA, 2023).

O segundo princípio importante é a energia da luz do laser, que pode ser convertida em diferentes formas de energia no tecido biológico. Em sua forma mais simples, um dispositivo a laser cria energia na forma de um feixe de luz que interage com o tecido alvo para obter o efeito desejado (conhecido como “interação laser-tecido”). Dependendo dos parâmetros de potência e operação do laser, essa conversão de energia luminosa pode induzir uma variedade de efeitos nos tecidos biológicos, como por exemplo a coagulação e vaporização dos tecidos (CAVALCANTI, 2011). Também pode ser convertida em energia cinética, que pode ser usada para romper tecidos, ou em energia elétrica, que pode ser usada para estimular células nervosas e musculares (FRANCK, 2016).

Outro princípio importante é o da modulação da intensidade da luz. A terapia com laser de baixa frequência geralmente envolve o uso de pulsos de luz com baixa intensidade, que são capazes de ativar processos biológicos sem causar danos aos tecidos. Esses pulsos de luz podem ser modulados em diferentes frequências, o que pode ter efeitos específicos na regulação da dor, na inflamação e no processo de cicatrização (DEDERICH, 2004).

Nesse sentido, as ações dos lasers de baixa intensidade resultam em uma cascata de reações metabólicas com efeitos terapêuticos. Dessa forma, é possível explicar as diferentes ações dos lasers de baixa intensidade nos tecidos, sendo as mitocôndrias os primeiros cromóforos a absorver a luz dos lasers de luz visível, e as membranas celulares os primeiros a absorver a luz dos lasers de emissão infravermelha (MARIELE, 2021; AMORIM, 2007).

Segundo PROCKT e colaboradores (2008), quando o laser terapêutico é empregado, algumas particularidades devem ser consideradas, como o comprimento de onda, o modo de feixe contínuo ou pulsado, a densidade de força, a densidade de energia, o pulso, a frequência e a duração da exposição. Isso se deve ao fato de que os efeitos são dependentes da dose e podem ir desde a estimulação de sistemas vivos em pequenas doses até a destruição em grandes doses, enquanto as doses intermediárias têm efeitos inibitórios.

A LLLT tem sido utilizada para diversas indicações em odontologia, incluindo dor, inflamação, cicatrização de feridas e regeneração tecidual (DEANA, 2017; ZHI, 2021). Os efeitos biológicos da LLLT são amplamente descritos na literatura científica, e incluem: modulação da resposta imune, aumento da síntese de colágeno e fibroblastos, melhoria da circulação sanguínea, redução da inflamação e edema, aumento da regeneração óssea e redução da dor.

2.1.1 Modulação da resposta imune

Alguns estudos têm abordado a influência da irradiação com laser de baixa potência nas hemácias e leucócitos presentes no sangue humano (MUSAWI, 2017). Os resultados do estudo indicaram que a irradiação com laser de baixa potência não causou alterações significativas nas características morfológicas das hemácias. No entanto, foi observado um aumento no número de leucócitos após a irradiação com laser, o que pode ser indicativo de uma resposta imunológica ao estresse celular causado pelo laser. Com isso, os resultados do estudo de Musawi (2017) indicam que a irradiação com laser de baixa potência pode não causar danos significativos às células sanguíneas humanas, e até mesmo estimular a resposta imunológica.

A LLLT tem sido relatada para ter um efeito modulador sobre a resposta imune, uma hipótese aceita é que a terapia estimula os tecidos devido à sobreposição dos espectros de absorção entre a citocromo c oxidase (CCO) e os espectros de ação das respostas biológicas à luz, acelerando o metabolismo celular e a produção de ATP (adenosina trifosfato). O laser atua como estímulo

energético nas células, sendo absorvido por cromóforos intracelulares e convertido em energia metabólica. Karu e colaboradores (1995) demonstrou que os níveis celulares de ATP aumentam quase duas vezes após a irradiação com laser He-Ne, desempenhando um papel crucial na regulação de diversos processos celulares. A LLLT também reduz a concentração de moléculas sinalizadoras envolvidas na resposta inflamatória, como NF- κ B e pode inibir a prostaglandina E2, TNF- α , ciclooxygenase-2 e IL-1 β (WICKENHEISSER, 2019).

É interessante ressaltar que a estimulação da produção do hormônio endorfina e a inibição dos sinais nociceptivos (componente fisiológico da dor) provenientes dos nervos periféricos podem explicar a resposta terapêutica à laserterapia. Além disso, a laserterapia age na síntese de prostaglandinas, transformando a prostaglandina G2 e prostaglandina H2 em prostaglandina I2 e promovendo o efeito anti-inflamatório que reduz a sintomatologia dolorosa (PROCKT, 2008). Técnicas com o uso de lasers demonstram que não precisam de anestesia local, geram menos dor, não precisam de curativos periodontais, proporcionam melhor cicatrização e causam menos cicatrizes (JONH et al., 2015).

Esses mecanismos anti-inflamatórios e a natureza não invasiva da LLLT sugerem que ela seria uma opção terapêutica desejável para qualquer patologia definida por um estado inflamatório ou que exija estimulação de crescimento e reparo. Como resultado, tem sido bem-vinda como uma modalidade de tratamento potencial para uma variedade de condições. No entanto, os estudos até agora forneceram resultados conflitantes para a eficácia da LLLT, o que pode ser resultado de protocolos de tratamento inconsistentes que requerem estudos adicionais (WICKENHEISSER, 2019).

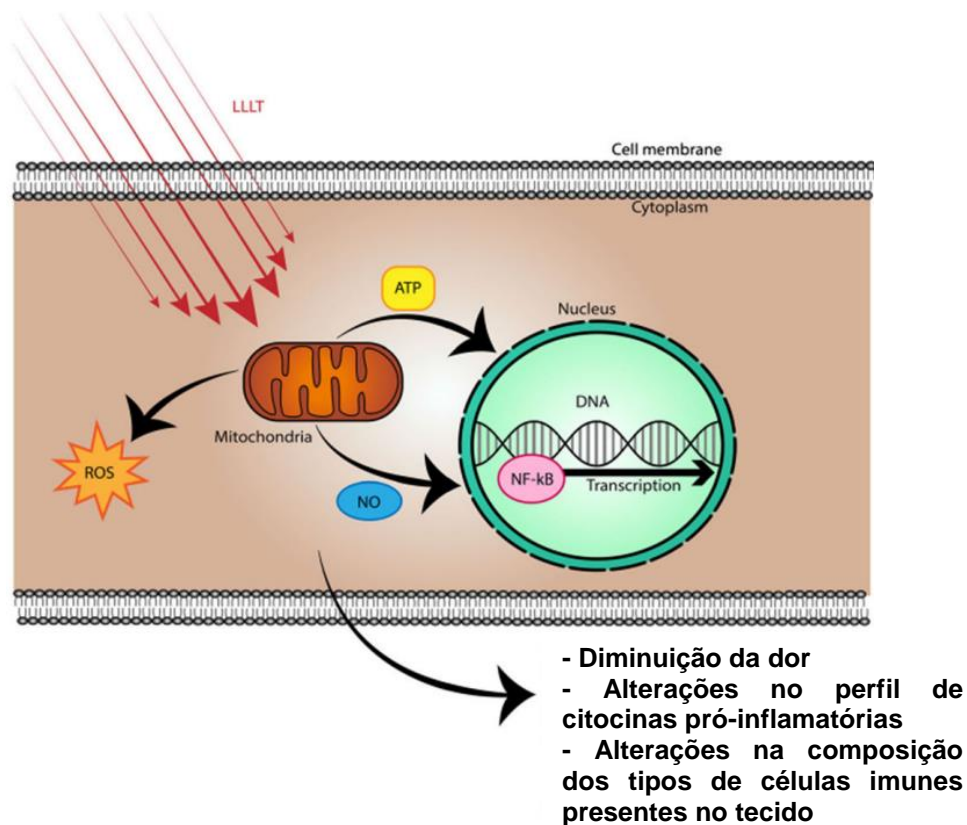


Figura 3: Esquema ilustrando a ação da LLLT nos cromóforos mitocondriais. Posteriormente, a produção de ATP aumenta, espécies reativas de oxigênio (ROS) são geradas e óxido nítrico (NO) é liberado. Essas alterações influenciam a transcrição gênica por meio da modulação de fatores de transcrição, como o fator nuclear kappa B (NF-κB). Adaptado de WICKENHEISSER, 2019.

2.1.2 Ativação da microcirculação e estímulo à regeneração celular

A LLLT apresenta um dos seus principais efeitos biológicos por meio da ativação da microcirculação e do estímulo à regeneração celular, podendo estimular uma série de processos biológicos, incluindo crescimento celular, proliferação e diferenciação (ALGHAMDI, 2012).

Estudos *in vitro* demonstram os efeitos na proliferação celular por LLLT em vários tipos de células, incluindo fibroblastos, células endoteliais, células esqueléticas, queratinócitos, mioblastos e outros tipos de células (AMID, 2022;

ALGHAMDI, 2012; STEIN, 2005; STADLER, 2000). No entanto, o mecanismo molecular associado ao estímulo efeitos da LLLT não foram totalmente esclarecidos (ALGHAMDI, 2012).

Como falado anteriormente o laser ao ser absorvido por cromóforos intracelulares pode ser convertido em energia metabólica resultando no aumento nos níveis de ATP. No contexto de proliferação celular, o ATP atua através de receptores de nucleotídeos P2, elevando a concentração intracelular de cálcio (Ca^{2+}). Além disso, o ATP influencia a síntese de proteínas, a síntese de DNA e a expressão de genes precoces e tardios. Estudos mostram que o ATP estimula a ativação de proteínas quinases, como ERK1/ERK2 (*Extracellular Signal-Regulated Kinase 1/ Extracellular Signal-Regulated Kinase 2*), que estão envolvidas na cascata de sinalização celular e desempenham um papel importante na proliferação celular (ALGHAMDI, 2012; Wilden, 1998).

Quando aplicado no tecido alvo, o LLLT promove a dilatação dos vasos sanguíneos, aumentando o fluxo sanguíneo local e melhorando a perfusão dos tecidos. Essa ativação da microcirculação proporciona um fornecimento adequado de oxigênio, nutrientes e fatores de crescimento para as células, favorecendo o processo de regeneração. Os efeitos biológicos do laser têm sido amplamente estudados e podem ser aplicados em diversas áreas da saúde, incluindo a odontologia, para promover a regeneração e o reparo celular.

Segundo Eduardo e colaboradores (2015) os lasers, por si só, não possuem efeito antimicrobiano pelo fato de não provocarem aumento de temperatura no tecido. Entretanto, quando utilizados em conjunto com agentes fotossensibilizadores, podem resultar em uma redução microbiana na faixa de 99-100%. Essa combinação entre fonte de luz e fotossensibilizador para promover a morte microbiana é conhecida como terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT, do inglês, *Antimicrobial photodynamic therapy*).

2.2 Terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT) na área da laserterapia de baixa potência

A aPDT tem sido objeto de crescente interesse e pesquisa no campo da laserterapia de baixa potência com aplicações em diversas áreas da saúde. Essa abordagem terapêutica combina a aplicação de um fotossensibilizador (corante) ativado por luz laser para inativar microorganismos patogênicos. Na Odontologia, a grande maioria das patologias está relacionada a bactérias, fungos e vírus, e o insucesso do tratamento está frequentemente relacionado à ocorrência de infecções e dificuldades no controle microbiológico (EDUARDO, 2015; GARCEZ, 2015; GARCEZ, 2003).

É importante salientar que a aPDT apresenta-se promissora com diversas aplicações e inúmeras vantagens, tais como: vasta aplicabilidade; fácil acessibilidade, baixo custo, boa tolerância, ausência de efeitos colaterais e impossibilidade de resistência microbiana adquirida frente aos fotossensibilizadores (EDUARDO, 2015).

A terapia fotodinâmica antimicrobiana (PDT) utiliza a interação da luz com um agente fotossensibilizador e o oxigênio para gerar radicais livres que causam danos às células microbianas, levando à sua morte (Figura 4). O fotossensibilizador, quando excitado pela luz, pode remover átomos de hidrogênio das moléculas do substrato biológico ou transferir elétrons, gerando íons radicais. Além disso, pode transferir energia ao oxigênio, produzindo oxigênio singleto, que é altamente reativo e responsável pelo dano fotoquímico aos microorganismos (YAN, 2023).

A escolha da fonte de luz depende do fotossensibilizador utilizado. O azul de metileno é um dos agentes fotossensibilizadores mais estudados e interage com a luz vermelha visível (MAISCH, 2007). As fontes de luz mais comuns são lasers de baixa potência vermelhos e infra-vermelhos (KOOCHAKI, 2021). Os parâmetros de irradiação, como energia, potência, tempo de irradiação e comprimento de onda, devem ser rigorosamente seguidos (MAISCH, 2007).

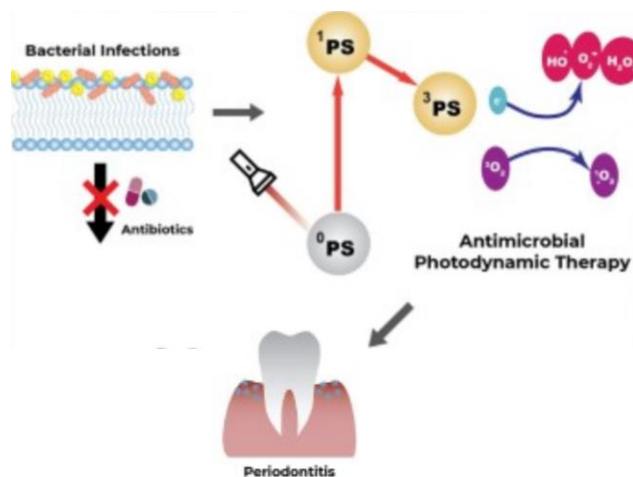


Figura 4: Esquema ilustrando os principais componentes e o mecanismo de ação da terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT) na periodontite. A fonte de luz, o fotossensibilizador (PS) e a interação com o oxigênio geram intermediários reativos que causam danos às células microbianas, resultando na eliminação dos microrganismos. Adaptado de YAN, 2023.

Diferentes agentes fotossensibilizadores têm sido eficazes na aPDT, sendo os corantes fenotiazínicos os mais utilizados em odontologia. O azul de metileno apresenta fototoxicidade ao núcleo e às membranas celulares e pode penetrar nos microrganismos, inclusive em bactérias gram-negativas. É importante aguardar um tempo pré-irradiação para garantir que o fotossensibilizador alcance seu alvo e que as espécies reativas de oxigênio sejam liberadas no local desejado. A concentração do azul de metileno pode variar dependendo das condições clínicas (YAN, 2023; MAISCH, 2007).

2.3 Principais indicações clínicas da laserterapia de baixa frequência em odontologia

A LLLT apresenta características em comum em todas as situações clínicas em que é aplicada na odontologia. Independentemente da condição bucal específica sendo tratada, a LLLT oferece benefícios terapêuticos semelhantes que contribuem para a melhoria do bem-estar dos pacientes. Essa terapia tem ganhado destaque por ser uma abordagem não invasiva, segura, que utiliza a luz para promover a cicatrização, aliviar a dor e tratar diversas condições bucais.

Diante de qualquer situação clínica, a LLLT atua de forma multifacetada. Ela promove a redução da inflamação, estimula a circulação sanguínea e a regeneração celular, além de proporcionar alívio da dor. Através desses mecanismos, a terapia contribui para a melhoria da qualidade de vida dos pacientes, acelerando a recuperação, diminuindo a sensibilidade e restaurando a função bucal.

Além disso, a LLLT apresenta um efeito sistêmico, que vai além da irradiação local. As substâncias liberadas durante o tratamento são absorvidas pela corrente sanguínea, o que resulta em vasodilatação e aumento do fluxo sanguíneo. Isso favorece a melhora do efeito terapêutico em áreas mais distantes, potencializando os resultados obtidos.

Nesse contexto, a LLLT vem sendo utilizado em quase todas as áreas da odontologia clínica, modificando as abordagens de cuidados odontológicos e a qualidade de vida dos pacientes (DOMPE, 2020). A fácil aplicação, o curto tempo de tratamento durante as sessões e as raras contraindicações tornam essa forma de terapia ainda mais utilizada em uma variedade de condições bucais. Dentre os quais podemos citar:

Hipersensibilidade dentinária: é uma condição comumente associada à dor e ao desconforto, o que tem despertado uma preocupação significativa na área odontológica. Independentemente da origem da hipersensibilidade, a necessidade de alcançar um efeito analgésico efetivo tem sido uma prioridade. Nesse contexto, o uso do laser de baixa intensidade tem se mostrado promissor

uma vez que seu efeito terapêutico está relacionado principalmente à indução de mudanças nas redes de transmissão neural presentes na polpa dentária, em contraste com outras modalidades de tratamento que atuam na superfície dentinária exposta (KATHURIA, 2015). Um dos efeitos benéficos da laserterapia é a estimulação dos odontoblastos, células localizadas na polpa dentária responsáveis pela produção de dentina. Essa estimulação resulta na formação de uma dentina irregular reparadora, contribuindo para o fechamento dos túbulos dentinários expostos e, conseqüentemente, para a redução da sensibilidade dentária (KATHURIA, 2015).

Mucosite oral: A mucosite é uma condição comum que pode se desenvolver como uma seqüela inevitável de regimes de radiação ou quimioterapia. No entanto, estudos têm documentado que a LLLT tem sido eficaz no tratamento desses casos, sendo capaz de reduzir a incidência de inflamação e dor. Especificamente, os lasers He-Ne, bem como os lasers vermelhos ou infravermelhos, têm demonstrado resultados positivos ao proporcionar alívio sintomático imediato aos pacientes (GENOT, 2005). Bensadoun RJ e Nair RG (2012) conduziram uma revisão da literatura e uma meta-análise sobre o papel da LLLT na prevenção e tratamento da mucosite. Essas recomendações reforçam a importância da LLLT como uma abordagem terapêutica eficaz para a mucosite. A aplicação do laser com parâmetros adequados, incluindo a escolha da potência e dose corretas, bem como a técnica de aplicação apropriada, contribui para obter os melhores resultados no tratamento dessa condição. A LLLT oferece uma alternativa segura e não invasiva para aliviar os sintomas da mucosite, melhorando a qualidade de vida dos pacientes submetidos a tratamentos de radiação ou quimioterapia.

Dor e disfunção da articulação temporomandibular (ATM): é uma condição que pode causar desconforto significativo, limitação da função mandibular e impactar negativamente a qualidade de vida dos indivíduos afetados. O laser de baixa intensidade possui efeito analgésico, reduzindo a sensibilidade dos nervos e aliviando a dor. Além do efeito analgésico e anti-inflamatório, a LLLT também possui propriedades bioestimuladoras. A aplicação do laser estimula as células presentes na região da ATM, promovendo a regeneração e reparo dos tecidos danificados. Isso pode auxiliar na restauração

da função mandibular normal, reduzindo a rigidez, limitação de movimento e outros sintomas associados à disfunção da ATM (ROSS, 2020).

É importante salientar que o mecanismo de ação da LLLT é praticamente o mesmo em diferentes doenças e condições, sendo o protocolo de tratamento que varia de acordo com cada situação clínica específica. Nesse sentido é importante adaptar o protocolo de tratamento de acordo com cada situação clínica para garantir a eficácia e segurança do tratamento e isso inclui a escolha da potência do laser, a duração e frequência das sessões, a área a ser tratada e outras considerações clínicas relevantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os avanços tecnológicos trazem impactos grandiosos e muito úteis para a área da odontologia. A evolução dos materiais e das técnicas tem trazido novas perspectivas no manejo da dor e do conforto para os pacientes, o que tem sido um fator importante para muitas pessoas que evitam buscar tratamento odontológico. Nesse contexto, a laserterapia tem se mostrado uma ferramenta significativa, especialmente na área odontológica.

Os lasers são classificados de acordo com a potência de emissão da radiação, e na odontologia, os mais comumente utilizados são os lasers de alta e baixa frequência. Os lasers de alta intensidade são preferencialmente utilizados em procedimentos cirúrgicos, enquanto os lasers de baixa frequência, também conhecidos como soft-laser, são destinados a processos de reparação tecidual. Esses lasers apresentam benefícios como ativação da microcirculação, efeito analgésico, anti-inflamatório, estímulo ao crescimento e regeneração celular.

Entre as abordagens de laser de baixa potência, a terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT) tem se destacado na odontologia. Essa técnica combina a aplicação de substâncias fotossensibilizadoras não tóxicas com luz de baixa intensidade para combater infecções microbianas. Além de reduzir o tempo

clínico de tratamento, a terapia fotodinâmica antimicrobiana promove uma cicatrização acelerada de lesões bucais.

O presente trabalho de conclusão de curso teve como objetivo apresentar as principais indicações e benefícios da aplicação do laser de baixa frequência na odontologia, destacando os lasers de baixa intensidade. Apesar do uso do laser na odontologia estar crescendo, ainda é uma prática pouco frequente entre os profissionais da área. Portanto, o estudo justifica-se pela relevância e contribuição que trará ao conhecimento sobre os desafios e perspectivas dessa temática.

A compreensão dos princípios básicos e dos efeitos biológicos da terapia com laser de baixa frequência é fundamental para o sucesso do tratamento. Os lasers interagem com os tecidos biológicos de forma fotoquímica, fotofísica e/ou fotobiológica, resultando em diferentes efeitos biológicos. A absorção seletiva da luz pelo tecido, a conversão de energia luminosa em outras formas de energia e a interação específica entre a luz e o tecido são elementos importantes nesse processo.

Os avanços na tecnologia dos equipamentos a laser têm revolucionado os procedimentos odontológicos, permitindo uma redução significativa no tempo de cirurgias, no período de recuperação dos pacientes e nas complicações pós-operatórias. Além disso, esses equipamentos proporcionam bioestimulação dos tecidos moles e um maior controle e alívio das dores crônicas.

No entanto, é importante ressaltar que o uso adequado do laser na odontologia requer conhecimento e habilidade por parte dos profissionais. É necessário compreender os equipamentos e as técnicas adequadas para garantir a segurança dos pacientes

REFERÊNCIAS

ABREU, CS; CESAR, AM; GOMES, EC; BARKI, MM; FONTES, KC. Irradiação intravascular do sangue com laser: uma técnica promissora para a melhoria sistêmica do paciente. Rev. Bras. Odontol. 2019 v. 76: (Supl.2); p.61,

ALGHAMDI KM, KUMAR A, MOUSSA NA. Low-level laser therapy: a useful technique for enhancing the proliferation of various cultured cells. Lasers Med Sci. 2012 Jan;27(1):237-49.

AL MUSAWI MS, JAAFAR MS, AL-GAILANI B, AHMED NM, SUHAIMI FM, SUARDI N. Effects of low-level laser irradiation on human blood lymphocytes in vitro. Lasers Med Sci. 2017 Feb;32(2):405-411.

AL-YASIRI AY. In Vitro Influence of Low-Power Diode Laser Irradiation Time on Human Red Blood Cells. Photomed Laser Surg. 2018 May;36(5):253-257.

AMID R, KADKHODAZADEH M, GILVARI SARSHARI M, PARHIZKAR A, MOJAHEDI M. Effects of Two Protocols of Low-Level Laser Therapy on the Proliferation and Differentiation of Human Dental Pulp Stem Cells on Sandblasted Titanium Discs: An In Vitro Study. J Lasers Med Sci. 2022 Jan 10;13:e1.

AMORIM, José Cláudio Feria. Ação fototóxica do laser em baixa intensidade e diodo de emissão de luz (led) na viabilidade do fungo trichophyton rubrum: estudo "in vitro"., 2007, 85f. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: . Acesso em: 10 abr. 2023.

BENSADOUN RJ, NAIR RG. Low-level laser therapy in the prevention and treatment of cancer therapy-induced mucositis: 2012 state of the art based on literature review and meta-analysis. Curr Opin Oncol. 2012 Jul;24(4):363-70.

BRUGNERA JÚNIOR, A.; SANTOS, A. E. C. G.; BOLOGNA, E. D.; LADALARDO, T. C. C. G. P. Atlas de laserterapia aplicada à clínica odontológica. 1. ed. São Paulo: Ed. Santos, 2003.

CAVALCANTI TM, ALMEIDA-BARROS RQ, CATÃO MH, FEITOSA AP, LINS RD.

Knowledge of the physical properties and interaction of laser with biological tissue in dentistry. *An Bras Dermatol.* 2011 Sep-Oct;86(5):955-60.

DAGGETT C, DAGGETT A, MCBURNEY E, MURINA A. Laser safety: the need for protocols. *Cutis.* 2020 Aug;106(2):87-92. doi: 10.12788/cutis.0025.

DEANA NF, ZAROR C, SANDOVAL P, ALVES N. Effectiveness of Low-Level Laser Therapy in Reducing Orthodontic Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pain Res Manag.* 2017;2017:8560652.

DEDERICH DN, BUSHICK RD; ADA COUNCIL ON SCIENTIFIC AFFAIRS AND DIVISION OF SCIENCE; JOURNAL OF THE AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Lasers in dentistry: separating science from hype. *J Am Dent Assoc.* 2004 Feb;135(2):204-12; quiz 229.

DOMPE C, MONCRIEFF L, MATYS J, GRZECH-LEŚNIAK K, KOCHEROVA I, BRYJA A, BRUSKA M, DOMINIAK M, MOZDZIAK P, SKIBA THI, SHIBLI JA, ANGELOVA VOLPONI A, KEMPISTY B, DYSZKIEWICZ-KONWIŃSKA M. Photobiomodulation-Underlying Mechanism and Clinical Applications. *J Clin Med.* 2020 Jun 3;9(6):1724.

EDUARDO, C. D. P., BELLO-SILVA, M. S., RAMALHO, K. M., LEE, E. M. R., & ARANHA, A. C. C. A terapia fotodinâmica como benefício complementar na clínica odontológica. *Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas*, v. 69, n. 3, p. 226-235, 2015.

FRANCK P, HENDERSON PW, ROTHUS KO. Basics of Lasers: History, Physics, and Clinical Applications. *Clin Plast Surg.* 2016 Jul;43(3):505-13.

FUKUDA, Thiago Y.; MALFATTI, C. A. Análise da dose do laser de baixa potência em equipamentos nacionais. *Rev. bras. fisioter.* 2008. v. 12, n. 1: 70-74.
NEVES, Leniana Santos et al. A utilização do laser em Ortodontia. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*, v. 10, p. 149-156, 2005.

GARCEZ AS, ARANTES-NETO JG, SELLERA DP, FREGNANI ER. Effects of

antimicrobial photodynamic therapy and surgical endodontic treatment on the bacterial load reduction and periapical lesion healing. Three years follow up. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2015 Dec;12(4):575-80.

GARCEZ, A. S., SOUZA, F. R., NUNEZ, S. C., KATHER, J. M., & RIBEIRO, M. S. Terapia Fotodinâmica em Odontologia-Laser de baixa potência para redução microbiana. *Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas*, 2003.

GENC G, KOCADERELI I, TASAR F, KILINC K, EL S, SARKARATI B. Effect of low-level laser therapy (LLLT) on orthodontic tooth movement. *Lasers Med Sci.* 2013 Jan;28(1):41-7.

GENOT MT, KLASTERSKY J. Low-level laser for prevention and therapy of oral mucositis induced by chemotherapy or radiotherapy. *Curr Opin Oncol.* 2005 May;17(3):236-40.

HAN, M.; FANG, H.; LI, Q.-L.; CAO, Y.; XIA, R.; ZHANG, Z.-H. Effectiveness of Laser Therapy in the Management of Recurrent Aphthous Stomatitis: A Systematic Review. *Scientifica (Cairo)* 2016, 2016, 1–12.

JIJIN, M.J.; RAKARADDI, M.; PAI, J.; JAISHANKAR, H.P.; KRUPASHANKAR, R.; KAVITHA, A.P.; ANJANA, R.; SHOBHA, R. Low-level laser therapy versus 5% amlexanox: A comparison of treatment effects in a cohort of patients with minor aphthous ulcers. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol.* 2016, 121, 269–273.

JOHN HE, PHEN HS, MAHAFFEY PJ. Treatment of venous lesions of the lips and perioral area with a long-pulsed Nd:YAG laser. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2016 May;54(4):376-8.

KARU T, PYATIBRAT L, KALENDO G. Irradiation with He-Ne laser increases ATP level in cells cultivated in vitro. *J Photochem Photobiol B.* 1995 Mar;27(3):219-23.

KATHURIA V, DHILLON JK, KALRA G. Low Level Laser Therapy: A Panacea for oral maladies. *Laser Ther.* 2015 Oct 2;24(3):215-23.

KOOCHAKI M, HENDI A, GHASEMI M, SEYEDJAFARI E, HAMIDAIN M, CHINIFORUSH N. Comparative Evaluation of the Effects of Antimicrobial Photodynamic Therapy With an LED and a Laser on the Proliferation of Human Gingival Fibroblasts on the Root Surface: An In Vitro Study. *J Lasers Med Sci.* 2021 Aug 30;12:e47.

LOPES, J.C.; PEREIRA, A.L.P.; BACELAR, I.A. Laser de Baixa Potência na Estética Revisão de Literatura. *Revista Saúde em Foco*, v.1, n.;10, p.429-437, 2018.

MAHDIAN M, BEHBOODI S, OGATA Y, NATTO ZS. Laser therapy for dentinal hypersensitivity. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021 Jul 13;7(7):CD009434.

MAIRELE SCHULZ; Vandressa Curti ROGALSKI; Ricardo Kiyoshi YAMASHITA. Laserterapia “ILIB” na Odontologia: Revisão de Literatura. *JNT- Facit Business and Technology Journal. QUALIS B1.* 2021. Julho. Ed. 28. V. 1. Págs. 321-350.

MAISCH T. Anti-microbial photodynamic therapy: useful in the future? *Lasers Med Sci.* 2007 Jun;22(2):83-91.

MATSUMOTO K, FUNAI H, SHIRASUKA T, WAKABAYASHI H. Effects of Nd:YAG laser in treatment of cervical hypersensitive dentine. *Japan Journal of Conservative Dentistry* 1985;28:760-5.

MENDES, R.J.S.; Furtado, G.S., DA SILVA, D.V.; MARQUES, D.M.C.; LAGO, A.D.N. Histórico do Laser. In: LAGO, A.D.N. *Laser na odontologia: conceitos e aplicações clínicas.* São Luís: EDUFMA, 2021. p. 41. Disponível em: https://www.edufma.ufma.br/wp-content/uploads/woocommerce_uploads/2021/03/Laser-na-odontologia.pdf. Acesso em: 28 mar. 2023.

MENDES, R.J.S.; Furtado, G.S., DA SILVA, D.V.; MARQUES, D.M.C.; LAGO, A.D.N. Histórico do Laser. In: LAGO, A.D.N. *Laser na odontologia: conceitos e*

aplicações clínicas. São Luís: EDUFMA, 2021. p. 41. Disponível em:https://www.edufma.ufma.br/wp-content/uploads/woocommerce_uploads/2021/03/Laser-na-odontologia.pdf. Acesso em: 28 mar. 2023.

MOSKVIN SV. Low-Level Laser Therapy in Russia: History, Science and Practice. *J Lasers Med Sci*. 2017 Spring;8(2):56-65.

MUSAWI, Mustafa, S.AI; JAJAAR, M.S.; AHMED, Nasser M; AL-GALLANI, B.T.; SUHALMI, Fatanah M. Effects of low power violet laser irradiation on red blood cells volume and erythrocyte sedimentation rate in human blood. *International Conference on Applied Physics and Engineering*, v.1, n.1, p.1-7, 2017.

NADHREEN AA, Alamoudi NM, Elkhodary HM. Low-level laser therapy in dentistry: Extra-oral applications. *Niger J Clin Pract*. 2019 Oct;22(10):1313-1318.

NOBEL PRIZE. The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1903. Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1903/summary/>. Acesso em: 28 mar. 2023.

PIN YW, Penn IW, Lin PH, Wang JC, Chuang E, et al. (2018) Effects of Intravenous Laser Irradiation of Blood on Pain, Function and Depression of Fibromyalgia Patients. *Gen Med (Los Angeles)* 6: 310.

PROHASKA J, HOHMAN MH. Laser Complications. 2023 Mar 1. In: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan–.

PROCKT Anderson Pedroso, TAKAHASHI, André, PAGNONCELLI, Rogério Miranda. Uso de Terapia com Laser de Baixa Intensidade na Cirurgia Bucomaxilofacial. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, v.49, n.4, p.247-255, 2008.

ROSS, Gerry; ROSS, Alana. Photobiomodulation: An Invaluable Tool for all. *Dental Specialties*, v.1, n.1, p.1-15. 2020. Disponível em:

<<https://queenstreetdental.ca/wpcontent/uploads/sites/374/2017/07/laser-light.pdf>>. Acesso em: 28 mai. 2023.

SANTOS, Laura Tauani Ostemberg; SANTOS, Lucas Ostemberg; GUEDES, Cizelene do Carmo Faleiros Veloso. Laserterapia na odontologia: efeitos e aplicabilidades. *Scientia Generalis*, v. 2, n. 2, p. 29-46, 2021.

SOUSA MV, PINZAN A, CONSOLARO A, HENRIQUES JF, DE FREITAS MR. Systematic literature review: influence of low-level laser on orthodontic movement and pain control in humans. *Photomed Laser Surg*. 2014 Nov;32(11):592-9.

STADLER I, EVANS R, KOLB B, NAIM JO, NARAYAN V, BUEHNER N, LANZAFAME RJ. In vitro effects of low-level laser irradiation at 660 nm on peripheral blood lymphocytes. *Lasers Surg Med*. 2000;27(3):255-61.

ST DENIS TG, DAI T, IZIKSON L, ASTRAKAS C, ANDERSON RR, HAMBLIN MR, TEGOS GP. All you need is light: antimicrobial photoinactivation as an evolving and emerging discovery strategy against infectious disease. *Virulence*. 2011 Nov-Dec;2(6):509-20.

STEIN A, BENAYAHU D, MALTZ L, ORON U. Low-level laser irradiation promotes proliferation and differentiation of human osteoblasts in vitro. *Photomed Laser Surg*. 2005 Apr;23(2):161-6.

SULEWSKI, J.G. Historical survey of laser dentistry. *Dent Clin North Am*. 2000; 44(4):717-52. In: HENRIQUES A.C.; CAZAL C.; CASTRO J.F. Ação da laserterapia no processo de proliferação e diferenciação celular: revisão da literatura [Low intensity laser therapy effects on cell proliferation and differentiation: review of the literature]. *Rev Col Bras Cir*. 2010 Aug;37(4):295-302.

TEZEL, A.; KARA, C.; BALKAYA, V.; ORBAK, R. An Evaluation of Different Treatments for Recurrent Aphthous Stomatitis and Patient Perceptions: Nd:YAG Laser versus Medication. *Photomed. Laser Surg*. 2009, 27, 101–106.

TORRI S, WEBER JB. Influence of low-level laser therapy on the rate of

orthodontic movement: a literature review. *Photomed Laser Surg.* 2013 Sep;31(9):411-21.

VIVIAN, C.L.; DANTAS, C.M.G.; LAGO, A.D.N.; FREITAS, P.M. Mecanismo de ação e propriedades dos lasers. In: LAGO, A.D.N. *Laser na odontologia: conceitos e aplicações clínicas.* São Luís: EDUFMA, 2021. p. 82. Disponível em:https://www.edufma.ufma.br/wp-content/uploads/woocommerce_uploads/2021/03/Laser-na-odontologia.pdf.

Acesso em: 06 abr. 2023.

WICKENHEISSER VA, ZYWOT EM, RABJOHNS EM, LEE HH, LAWRENCE DS, TARRANT TK. Laser Light Therapy in Inflammatory, Musculoskeletal, and Autoimmune Disease. *Curr Allergy Asthma Rep.* 2019 Jul 2;19(8):37.

WILDEN PA, AGAZIE YM, KAUFMAN R, HALENDA SP. ATP-stimulated smooth muscle cell proliferation requires independent ERK and PI3K signaling pathways. *Am J Physiol.* 1998 Oct;275(4):H1209-15.

YAN E, KWEK G, QING NS, LINGESH S, XING B. Antimicrobial Photodynamic Therapy for the Remote Eradication of Bacteria. *Chempluschem.* 2023 Mar;88(3):e202300009.

ZHI C, GUO Z, WANG T, LIU D, DUAN X, YU X, ZHANG C. Viability of Photobiomodulation Therapy in Decreasing Orthodontic-Related Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Photobiomodul Photomed Laser Surg.* 2021 Aug;39(8):504-517.