

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

LYJA AIRAM SILVA BRITO

ESTIMULAÇÃO CELULAR CICATRICIAL POR MEIO DA LASERTERAPIA:
revisão da literatura

São Luís

2021

LYJA AIRAM SILVA BRITO

**ESTIMULAÇÃO CELULAR CICATRICIAL POR MEIO DA LASERTERAPIA:
revisão da literatura**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Odontologia do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Odontologia.

Orientadora: Profa. Dra. Luana Dias da Cunha

São Luís

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Centro Universitário – UNDB / Biblioteca

Brito, Lyja Airam Silva

Estimulação celular cicatricial por meio da laserterapia: revisão de literatura. / Lyja Airam Silva Brito. __ São Luís, 2021.

44 f.

Orientador: Prof^a. Dra. Luana Dias da Cunha.

Monografia (Graduação em Odontologia) - Curso de Odontologia – Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2021.

1. Terapia a Laser de Baixa Intensidade. 2. Odontologia. 3. Cicatrização. I. Título.

CDU 616.314:535.23

LYJA AIRAM SILVA BRITO

ESTIMULAÇÃO CELULAR CICATRICIAL POR MEIO DA LASERTERAPIA:
revisão da literatura

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Odontologia do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Odontologia.

Orientadora: Profa. Dra. Luana Dias da Cunha

Aprovado em: 15 de junho de 2021

BANCA EXAMINADORA:

LUANA DIAS CUNHA (ORIENTADORA)

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco - UNDB

IZABELLE MARIA CABRAL DE AZEVEDO

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco - UNDB

LUIDE MICHAEL RODRIGUES FRANÇA

Universidade Ceuma - UNICEUMA

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus que em sua infinita bondade guiou minha vida até aqui.

Agradeço aos meus pais Lívia e Jaydran, pela dedicação para comigo e minhas irmãs, por acreditarem em nossos sonhos e muitas vezes abdicaram de suas vontades pessoais para proporcionar a realização das nossas.

Às minhas irmãs Letícia e Lorena, minhas parceiras de vida, agradeço por todo companheirismo e amizade.

Ao meu namorado Danilo, pelo apoio, paciência, parceria, amor, carinho e dedicação. Obrigada por ter me incentivado nos momentos mais difíceis dessa jornada e, sobretudo pelo amor que me conforta e dá forças para superar os obstáculos.

À professora Luana, que além de orientadora considero um exemplo de mãe, profissional e mulher, sou grata por todos os incontáveis ensinamentos, pela paciência, incentivo, confiança, dedicação e carinho com o qual me guiou durante toda a confecção deste trabalho.

Aos meus amigos e companheiros de curso (em especial: Karina, Ana Beatriz, Geysel, Raíssa, Victor e Laryssa) sou grata a todos os momentos que passamos juntos nessa jornada, cada risada dividida e dificuldade superada me fizeram crescer como pessoa. Vocês são o presente que a faculdade trouxe para a minha vida.

Agradeço também aos meus amigos que não são colegas do curso, mas que são companheiros de vida. Obrigada por estarem comigo no decorrer desse percurso, por segurarem minha barra todas as vezes que eu me senti sozinha e sem ninguém, por toda paciência, ajuda e conselhos.

Aos meus avós paternos Pedrina e Jairo (in memoriam) e maternos Eliuda e Antônio Fernandes, que estiveram ao meu lado em cada etapa vencida, fizeram parte de todas as minhas lutas e sempre me apoiaram em tudo.

Aos meus primos: Pedro, Mariana, Ângela, Beatriz, Ana Flávia e Karoline, além de toda a minha família e colegas que direta ou indiretamente fizeram parte dessa caminhada e conquista.

RESUMO

O uso do laser de baixa potência vem sendo utilizado em várias especialidades odontológicas como terapia coadjuvante ou como terapêutica isolada, de forma que suas principais indicações incluem ação anti-inflamatória, analgésica e indutora da reparação tecidual e óssea. Este trabalho tem como principal objetivo, realizar uma revisão da literatura sobre a indução da laserterapia no processo de proliferação celular principalmente no que se refere a regeneração de tecido em lesões orais. Além de entender os benefícios e eficácia do uso de laserterapia no processo de reparo tecidual, mostrar as diferentes aplicações do laser na odontologia e descrever a utilização da laserterapia de maneira sistêmica e/ou local. Foram realizadas pesquisas nas plataformas: Pubmed, MedLine, LILACS, Scielo e Google Acadêmico. Os resultados desta revisão sugerem o uso do laser de baixa intensidade como estimulador celular cicatricial utilizado no tratamento de patologias odontológicas como: Úlceras aftosas recorrentes e traumáticas, pós-operatório cirúrgico, manifestações buco-faciais de infecções virais e fúngicas, distúrbios musculares e articulares, dentre outras. Dos resultados obtidos até o momento, é possível afirmar e concluir que, o laser no processo de reparação tecidual pode ser utilizado para acelerar e melhorar a qualidade do processo regenerativo, através de uma sequência de eventos fisiológicos e bioquímicos com a diminuição da inflamação, estimulação da síntese de colágeno, a formação do tecido de granulação e a reepitelização, sendo considerada uma modalidade terapêutica eficiente para tratar lesões orais ou, pelo menos, reduzir os sintomas, mostrando-se eficaz além da regeneração tecidual, também em reduzir a dor de diferentes etiologias e no controle de processos inflamatórios.

Palavras-chave: Terapia a Laser de Baixa Intensidade. Odontologia. Cicatrização.

ABSTRACT

The use of low power laser has been used in several dental specialties as adjunctive therapy or as isolated therapy, so that its main indications include anti-inflammatory, analgesic and tissue repair inducing action. The main objective of this work is to perform a literature review on the way that laser therapy induces the process of cell proliferation, especially with regard to tissue regeneration in oral lesions. In addition to assessing the benefits and effectiveness of using laser therapy in the tissue repair process, analyzing the different applications of laser in dentistry and highlighting the use of laser therapy in a systemic and / or local manner. Researches were carried out on the platforms: Pubmed, MedLine, LILACS, Scielo and Google Scholar. The results of this review suggest the use of low-level laser as a scar cell stimulator used in the treatment of dental pathologies such as: recurrent and traumatic aphthous ulcers, postoperative surgery, oral-fungal manifestations of viral and fungal infections, muscle and joint disorders, among others. From the results obtained so far, we can affirm and conclude that laser therapy in the process of recurrent repair can be used to accelerate and improve the quality of the regenerative process, through a sequence of physiological and biochemical events with the reduction of inflammation, stimulation of collagen synthesis, the formation of granulation tissue and reepithelization, being considered an efficient therapeutic modality to treat oral lesions or, at least, to reduce symptoms, making it effective in addition to tissue regeneration, also in reducing pain of different etiologies and in the control of inflammatory processes.

Key-words: Low-Level Light Therapy. Dentistry. Wound Healing.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADP	Adenosina Difosfato
ATP	Adenosina Trifosfato
COX	Ciclo-Oxigenase
CD	Cirurgião-Dentista
CCO	Citocromo c oxidase
LBI	Laser de Baixa Intensidade
TLBI	Terapia a Laser de Baixa Intensidade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	METODOLOGIA	11
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3.1	Laser	12
3.2	Inflamação e processo de reparo tecidual	13
3.3	Fundamentos biológicos e atuação do laser na estimulação celular.....	16
3.4	Aplicações e indicações clínicas da laserterapia na odontologia.....	17
3.5	Protocolos clínicos	20
4	DISCUSSÃO	22
5	CONCLUSÃO	25
	REFERÊNCIAS	26
	APÊNDICE A – Artigo Científico.....	30

1 INTRODUÇÃO

Os profissionais cirurgiões-dentistas devem ter um amplo conhecimento das diversas patologias orais e complicações pós-operatórias, sabendo como identificá-las, diagnosticá-las e tratá-las corretamente afim de trazer maior qualidade de vida e minimizar dores e desconfortos, com métodos cada vez menos invasivos, como é o caso da laserterapia (MILETO; AZAMBUJA, 2017).

O acrônimo LASER é derivado do inglês (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) tendo como significado: amplificação da luz por emissão estimulada de radiação. Ele consiste em uma radiação eletromagnética que diferentemente da luz normal, os fótons presentes no laser se apresentam em um mesmo comprimento de onda (monocromáticos), estão em concordância de fase (coerentes) e se encontram em um mesmo sentido e direção (colimados) (SILVA NETO; FREIRE JUNIOR, 2017; RAMOS *et al.*, 2018; ANDRADE; CLARK; FERREIRA, 2014).

Uma vez absorvida, a luz pode causar efeitos básicos: o fototérmico, o fotoquímico, o fotomecânico e fotoelétrico. Por causa do grande número de efeitos clínicos que esses processos ocasionam, eles podem ser subdivididos de acordo com a sua manifestação clínica e a profundidade de penetração da energia do laser nos tecidos depende da absorção e da dispersão (SANTOS *et al.*, 2018)

O laser possui aplicações no uso militar, no uso industrial e no uso clínico em decorrência da sua alta eficácia em transportar energia uniformemente de maneira intensa com capacidade de realizar cortes precisos. A utilização para fins terapêuticos e medicinais em alta potência é normalmente em cirurgias que requerem muita delicadeza e precisão, causando uma termocoagulação de vasos e lesões que simultaneamente ao corte ocorre a cauterização dos vasos em decorrência de sua energia térmica, ou seja, provoca corte sem sangramento (SANT'ANNA *et al.*, 2017).

Na odontologia são utilizados basicamente os lasers de alta e de baixa potência, sendo o último citado o de uso mais comum, devido a sua aplicabilidade em procedimentos clínicos de rotina e por possuir um menor custo. São utilizados principalmente para realização de analgesia, biomodulação como reparação tecidual, redução de edemas e lesões, efeito anti-inflamatório e outras inúmeras aplicações (TESCAROLLO, 2010).

A Terapia a Laser de baixa intensidade ou de baixa potência (TLBI) é um termo que se refere a uma aplicação terapêutica de lasers em potência mínima para o tratamento de diversas patologias e lesões, onde se utilizam dosagens consideravelmente baixas para efetuar

qualquer tipo de aquecimento nos tecidos irradiados, sendo considerada dessa forma, uma modalidade de tratamento atérmica, ou seja, sem transmissão de calor, que acelera seletivamente vários processos de regeneração de feridas e funções celulares (ANDRADE; CLARK; FERREIRA, 2014).

Nesse sentido, quando se trata da utilização do laser de baixa intensidade (LBI) para fins cicatriciais, esta é feita pela absorção da energia da luz através do tecido celular, de maneira que a radiação produzida pela TLBI com capacidade de penetrar e alcançar células e tecidos mais profundos, que estimula os fotorreceptores para absorver fótons que induzem uma modificação na atividade metabólica e funcional celular acelerando seu processo de reparação e cicatrização (ZERBINATI *et al.*, 2014).

A terapia a laser de baixo potência é um método não invasivo e indolor, que consiste no uso de fontes de luz não ionizantes do espectro visível ou infravermelho que atuam sob os fotorreceptores mitocondriais, aumentando a produção de trifosfato de adenosina e a proliferação celular (COSTA *et al.*, 2021).

O laser é utilizado na odontologia como coadjuvante em diversas terapias, no tratamento não farmacológico de muitas patologias, proporcionando alívio de dores agudas e crônicas, sendo capaz de promover analgesia imediata e/ ou temporária; pode ainda ser utilizado para tratamento de mucosite oral, dores articulares, aftas, candidíase, nevralgias, herpes, paralisias faciais, inflamações e lesões na mucosa oral, xerostomia, hipersensibilidade dentinária, disfunção têmporo mandibular, problemas no periodonto, tratamentos restauradores, ortodônticos e endodônticos, pós-operatórios cirúrgicos e outros (REOLON *et al.*, 2017).

Além disso, na Odontologia o laser pode ser utilizado em diversas funcionalidades e aplicações e essa diversidade só é possível devido aos diferentes comprimentos de onda, com diferentes características e comportamentos, que apesar de sua utilização ser amplamente variada para diferentes situações clínicas, se mantém a premissa de fazer uma Odontologia minimamente invasiva oferecendo mais conforto, menor dor e resultados cada vez mais rápidos e satisfatórios aos pacientes (TESCAROLLO, 2010).

O laser em contato direto com biomoléculas produz efeitos primários, dentre eles o efeito bioquímico, que promove uma liberação de substâncias como a histamina, serotonina e bradicinina, além da capacidade de acelerar ou retardar reações enzimáticas e efeito bioelétrico, que induz um aumento de adenosina trifosfato (ATP), principal molécula transportadora de energia, que leva a uma maior eficácia da bomba sódio-potássio das células (ROCHA, 2004).

A terapia com laser de baixa intensidade tem aplicação indolor, não tem protocolos invasivos e que não manifesta efeitos colaterais, de maneira que seus resultados clínicos

dependem do comprimento de onda que é utilizado (podendo estar nas faixas vermelho e infravermelho), da densidade de energia aplicada, da quantidade de aplicações e do tempo de aplicação, além de uma adequada indicação do comprimento de onda, assim como da utilização de protocolos de irradiação corretos, que incluem a dosimetria, a forma de entrega dessa energia contida no laser e da frequência (FERREIRA *et al.*, 2019; NICOTRA *et al.*, 2020; HENRIQUES; CAZAL; CASTRO, 2010).

Sendo assim, este estudo teve como objetivo principal realizar uma revisão da literatura sobre a maneira que a laserterapia induz o processo de proliferação celular principalmente no que se refere a regeneração de tecido em lesões orais. Além de entender os benefícios e eficácia do uso de laserterapia no processo de reparo tecidual, mostrar as diferentes aplicações do laser na odontologia e descrever a utilização da laserterapia de maneira sistêmica e/oulocal.

2 METODOLOGIA

Este projeto de pesquisa exploratória se caracteriza por uma revisão de literatura com uma abordagem metodológica qualitativa, no qual pretende evidenciar a maneira que a laserterapia estimula o processo cicatricial, bem como, revisar as indicações e as possibilidades de tratamento da TLBI nas diversas especialidades odontológicas.

A presente revisão de literatura terá como base para pesquisas, as plataformas Pubmed, MedLine, Lilacs, Scielo e Google Acadêmico. Os descritores utilizados para busca dos periódicos em português são: “Terapia a Laser de Baixa Intensidade”, “Odontologia”, “Cicatrização”, “cicatrização”, “laserterapia e lesões orais”; e os descritores em inglês são: “Low-Level Light Therapy”, “Dentistry” e “Wound Healing”. Para a seleção inicial dos artigos, todos os resumos serão lidos e a partir do teor desses resumos, serão elegidos os artigos a serem lidos na íntegra.

Foram incluídos no estudo artigos científicos que abordem a respeito da laserterapia, bem como sua eficácia para fins de estimulação celular cicatricial. Foram incluídos estudos dos últimos 10 anos, em contrapartida, fontes consideradas clássicas e de relevância, com mais de 10 anos de publicação, foram também adicionadas ao estudo. Já como critérios de exclusão, foram descartadas referências que não condizem com o assunto apresentado, além de textos obtidos de monografias e dissertações.

Os assuntos revisados sistematicamente para coleta de dados nas diversas especialidades foram: histórico, tipos de lasers, eficácia, benefícios e aplicações.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Laser

Lasers são dispositivos que normalmente geram radiação eletromagnética relativamente uniforme em comprimento de onda, fase e polarização, originalmente descritos por Theodore Maiman em 1960 na forma de um laser de rubi (FARIVAR; MALEKSHAHABI; SHIARI, 2014).

Nos últimos anos, o desenvolvimento tecnológico, principalmente os estabelecidos por meio de procedimentos físicos, colaborou com o aprimoramento da tecnologia nas áreas de diagnósticos e terapias, dentre os avanços encontrados nessa área a laserterapia encontrou destaque. Trata-se de uma fonte de luz muito bem desenvolvida, com muitas aplicações em diversos campos de pesquisa que foi incorporada ao campo da saúde como uma ferramenta muito importante, tendo um crescimento bastante significativo em terapêuticas odontológicas (SRIVASTAVA; MAHAJAN, 2014).

O termo LASER é um acrônimo para amplificação do termo “Luz por Emissão Estimulada de Irradiação”, que foi idealizado por Albert Einstein em 1917 e no ano de 1960 foi criado o primeiro raio laser de acordo com sua conjectura de emissão de luz por radiação (MOREIRA *et al.*, 2011). As três características do laser que o diferencia da luz comum são que o raio laser seja monocromático (cor única), coerente (unidirecional) e altamente colimado (paralelo) (SRIVASTAVA; MAHAJAN, 2014).

O laser é um dispositivo composto de substâncias sólidas, líquidas ou gasosas e, quando excitado por uma fonte de energia, produz um feixe de luz comumente chamado de "raio laser". Esses dispositivos podem ser divididos em duas categorias: lasers de alta potência para fins cirúrgicos com efeitos térmicos presente, que exibem propriedades de corte, vaporização e hemostasia, e os lasers de baixa intensidade (LBI) para fins terapêuticos com propriedades analgésicas, anti-inflamatórias e bioestimuladores (LINS *et al.*, 2010).

A terapia a laser de baixa potência foi descoberta por acaso em uma tentativa de matar células cancerígenas usando um laser, porém, verificou-se que além de não matar as células tumorais, esta, promove o processo de cicatrização de feridas, sendo assim, desde então, o laser é usado como agente de estimulação celular cicatricial em processos patológicos (MOMENI *et al.*, 2021).

Existem vários tipos de laser que podem ser encontrados na literatura a fim de promover o processo de cicatrização tecidual, entre eles: Hélio-Cádmio, Argon, Hélio-Neônio, Krypton, Arseneto de Gálio e Alumínio e CO₂. Sabe-se, no entanto, que o sucesso da terapia de

baixa potência e seus respectivos efeitos mostra-se dependente do comprimento de onda, potência, dose e tempo aplicados (ANDRADE; CLARK; FERREIRA, 2014).

Dentre os LBI que estão presentes no mercado, pode-se destacar os de He-Ne (hélio e néon) são mais comuns na Europa e os de Diodo, em função da sua portabilidade, baixo custo e possibilidade de fabricação nos espectros de emissão vermelho e infravermelho. Os lasers possuem funções ajustáveis no display do equipamento, como: parâmetros da dosimetria, comprimento de onda, potência, energia, modo de emissão (contínuo ou pulsado), ou ainda escolher protocolos pré-determinados sugeridos pelo fabricante (CAVALCANTI *et al.*, 2011).

Os lasers aplicados para procedimentos de bioestimulação, para a ativação de processos regenerativos e de cicatrização, são os chamados laserterapia de baixa potência e operam abaixo de 500 mW. Os lasers que trabalham além da faixa de 500 mW são aplicados em terapias a laser de alta intensidade, também chamadas lasers cirúrgicos, devido à sua capacidade de corte de tecidos (SANT'ANNA *et al.*, 2017).

3.2 Inflamação e processo de reparo tecidual

A cicatrização é a maneira pelo qual um tecido que se encontra lesado se torna substituído por um tecido conjuntivo vascularizado, sendo essa lesão tanto de origem traumática como de origem necrótica. Desse modo, o processo de cicatrização tem como principal objetivo restabelecer a homeostasia tecidual, portanto, se faz necessário o conhecimento sobre de tal processo, a fim de que se faça uma intervenção no mesmo para auxiliar e acelerar a cicatrização e promover homeostasia do organismo, promovendo o bem-estar do paciente (CAVALCANTE *et al.*, 2012).

O reparo é um processo que é capaz de promover a substituição dos tecidos lesados por células novas e saudáveis. Acontece por meio de neoformação e proliferação de tecido conjuntivo vascularizado, chamado de cicatrização, ou por tecido igual/idêntico ao original, chamado de regeneração. A regeneração devolve a integridade e função em alguns tipos de agressão e epitelização das feridas. A cicatrização é o tipo mais comum de reparo e pode ocorrer em conjunto à regeneração (AMARAL, 2014).

A cicatrização de feridas consiste em quatro fases: hemostasia, inflamação, proliferação e remodelação do tecido, que deve ocorrer em sequência em um determinado momento e continuar por um período de tempo especificado em uma intensidade ideal (LORETI *et al.*, 2015).

O processo de cicatrização visa restabelecer a homeostasia evoluindo em fases,

desde que não existam fatores que contribuem para que o processo se torne crônico, ocasionando uma perturbação repetitiva dos novos capilares, depósitos de colágeno e fragilidade do novo epitélio (OLIVEIRA; DIAS, 2012).

O reparo é o processo responsável pela substituição dos tecidos lesados por elementos novos e saudáveis. Acontece por meio de neoformação e proliferação de tecido conjuntivo, vascularizado denominado de cicatrização, ou por tecido igual ao original, denominado regeneração. A regeneração restitui a integridade e função em alguns tipos de agressão e epitelização das feridas. A cicatrização é o tipo mais comum de reparo e pode ocorrer junto com a regeneração (AMARAL, 2014).

Tratando-se do processo de cicatrização pode ser dividido em três etapas: inflamação, proliferação e remodelação. A primeira característica é que a hemostasia se deve à formação de coágulos de fibrina e à migração de glóbulos brancos fagocitários, que removerão corpos estranhos e micro-organismos. O segundo envolve principalmente a migração e proliferação celular. No terceiro e último estágio, a organização do colágeno e os padrões de reposição mudaram. Todo o processo de cicatrização será controlado por peptídeos chamados fatores de crescimento, que mudarão a função fisiológica das células-alvo (ISAAC *et al.*, 2010).

Portanto, a cicatrização é um processo complexo que começa com uma resposta inflamatória, o que pode explicar melhor o papel do laser em relação à redução do tempo de cicatrização, pois quanto mais rápida a fase de inflamação cessar, mais rápida é a fase de reparo e a cura completa é mais precoce (SILVA *et al.*, 2013).

O processo de reparação tecidual é dividido em fases: hemostasia; fase inflamatória; formação do tecido de granulação, com deposição de matriz extracelular como, colágeno, elastina e fibras reticulares e a fase de remodelação (FARCIC *et al.*, 2012).

A fase inflamatória é iniciada com a hemostasia, na qual a vasoconstrição e a adesão, agregação e degranulação plaquetárias resultam na formação da matriz hemostática para estancar a hemorragia e secretar diversos mediadores envolvidos na cicatrização. Após, ocorre uma vasodilatação ativa e um influxo no tecido afetado de uma variedade de populações celulares inflamatórias, incluindo leucócitos polimorfonucleares e mononucleares, sendo inicialmente macrófagos e, mais tardiamente, linfócitos (DELAVARY *et al.*, 2011)

A inflamação ou resposta inflamatória é caracterizada por uma série de eventos fisiológicos complexos que podem promover a proteção dos tecidos e órgãos. Essa cascata atua limitando a destruição do local da agressão, embora possa ter efeitos deletérios quando ocorre de forma intensificada. A resposta desencadeada por microrganismos e tecidos danificados não é usada apenas para eliminar esses processos nocivos, mas também pode estimular o reparo

(CHAMUSCA *et al.*, 2012).

A resposta inflamatória é um instrumento que fornece fatores de crescimento e citocinas que coordenam as células e os movimentos teciduais necessários para o reparo (SARDARI *et al.*, 2011).

Após a inflamação do local lesionado, seja uma complicação pós-operatória, ou um acometimento patológico, irá existir uma predominância de macrófagos e uma maior quantidade de fibroblastos para a síntese da atual matriz, com remodelação dos tecidos através da contração do tecido de granulação, onde, por fim, os fibroblastos irão produzir uma quantidade abundante de matriz extracelular, em sequência da síntese de colágeno e o retorno do tecido ao aspecto natural. Com a nova matriz, há a diminuição de macrófagos e fibroblastos e durante esse processo, ocorre a reestruturação tecidual da área lesionada, ou seja, a formação de uma nova matriz tecidual (FARCIC *et al.*, 2012).

Após a fase inflamatória, ocorrerá a formação do tecido de granulação com deposição de matriz extracelular como consequência da angiogênese. Esse tecido consiste primariamente em vasos sanguíneos invasores, fibroblastos e seus produtos, como colágeno fibrilar, elastina, fibronectina, glicosaminoglicanas sulfatadas e não sulfatadas e proteases. Inicia-se a fase de contração das paredes marginais da lesão forçando as fibras de colágeno a se sobreporem e se entrelaçarem (OLIVEIRA; DIAS, 2012).

A cicatrização pode ser classificada em primeira e segunda intenção, conforme a proximidade das bordas da ferida. Na cicatrização por primeira intenção, as bordas da ferida estão próximas e há menor perda de tecido. A morte celular e o dano à membrana basal são mínimos, a re-epitelização é intensa e a fibrose é mínima. Na cicatrização por segunda intenção, há perda extensa de tecido, por exemplo, em cirurgias de grande porte. Esta última ocorrerá com mais angiogênese, intenso crescimento de fibroblastos e deposição de colágeno, cicatriz mais densa, que posteriormente sofrerá contração. O tempo de recuperação é peculiar a cada tipo de cicatrização (ZANCA *et al.*, 2015)

O processo de cicatrização pode ser afetado por fatores locais ou sistêmicos. Fatores locais são aqueles que afetam diretamente as características da lesão, como oxigenação tecidual e infecções. Os fatores sistêmicos podem ser a idade do indivíduo, nível de estresse, diabetes, medicamentos, obesidade, consumo excessivo de álcool, tabagismo e estado nutricional (LORETI *et al.*, 2015).

Ao aumentar a produção e liberação de ATP nas células, ocorre a estimulação de mitose e o conseqüentemente aumenta a atividade metabólica que causa vasodilatação local e acelera a reparação dos tecidos. Além disso, também afeta a proliferação de células endoteliais,

promove a angiogênese e acelera o reparo de feridas (GOMES; SCHAPOCHNIK, 2017).

3.3 Fundamentos biológicos e atuação do laser na estimulação celular

Os efeitos da TLBI podem ser vistos no comportamento dos linfócitos que, por sua vez, aumenta sua proliferação e ativação; sobre os macrófagos, elevando sua fagocitose; aumentando a secreção de fatores de crescimento de fibroblasto e intensificando a reabsorção tanto de fibrina quanto de colágeno. Além disso, podem contribuir para elevar a motilidade de células epiteliais, a quantidade de tecido de granulação e, diminuem ainda a síntese de mediadores inflamatórios (ANDRADE; CLARK; FERREIRA, 2014).

Além do uso na prática clínica devido aos seus efeitos anti-inflamatório, analgésico e no reparo tecidual, pode-se incluir também a sua utilização devido à aceleração no processo de sedimentação óssea, assim como a degranulação de mastócitos, indução para aumento da circulação periférica, a vasodilatação e a proliferação de fibroblastos (GOMES *et al.*, 2018).

Os principais objetivos do tratamento a laser são diversos, na área lesada, esse tratamento pode promover a cura, remodelação e reduzir a inflamação; nas terminações nervosas, influencia na redução da sintomatologia dolorosa; nos linfonodos, pode reduzir o edema e a inflamação; e nos pontos-gatilho, pode relaxar as fibras musculares e reduzir a sensibilidade (SERIQUE *et al.*, 2021).

A magnitude dos efeitos da biomodulação do laser depende do comprimento de onda utilizado e também do estado fisiológico da célula no momento da irradiação, ou seja, se o ambiente celular for ótimo ou próximo do ótimo (não patológico), os efeitos do laser não serão tão pronunciados, estes efeitos também são dependentes de outros parâmetros, como tempo de irradiação, potência, irradiância e número de aplicações (CHIMELLO-SOUSA *et al.*, 2021).

A energia celular pode ser modificada através do laser na mitocôndria. A energia é armazenada na forma de ATP (trifosfato de adenosina), que posteriormente é convertida em ADP (difosfato de adenosina) para somente então ser liberada e dar energia às funções celulares. As mitocôndrias possuem fotorreceptores, que são moléculas protéicas que por sua vez recebem a luz laser, tornando-se excitadas e conseqüentemente fazendo com que ocorra um aumento no metabolismo e libere uma maior quantidade de energia (BISPO, 2009).

Nesse sentido, quando um tecido se encontra patologicamente afetado e/ou lesionado, o organismo reage a uma agressão local desencadeando uma série de eventos bioquímicos, celulares e vasculares (PIVA *et al.*, 2011).

A partir daí, inicia um processo de cicatrização e reparo, que constitui uma resposta

tecidual dinâmica, capaz de ocasionar inflamação, proliferação celular e síntese de elementos constituintes da matriz extracelular, incluindo as fibras colágenas, elásticas e reticulares (PIVA *et al.*, 2011).

A terapia a laser de baixa potência tem se mostrado uma alternativa anti-inflamatória com efeitos semelhantes aos observados na terapia com anti-inflamatórios não-esteroidais, inibindo e/ou diminuindo a concentração de prostaglandina, ciclo-oxigenase 2 e histamina, combatendo, assim, a inflamação local, e conseqüentemente a dor causada no tecido lesionado (PIVA *et al.*, 2011).

O mecanismo de biomodulação do TLBI tem sido associado à inibição da ação da ciclo-oxigenase, a radiação produzida age na biossíntese das prostaglandinas, a partir do ácido aracdônico, no processo inflamatório. A concentração das prostaglandinas no tecido inflamado tem uma diminuição, o que influencia no efeito analgésico. Atua também nos receptores do sistema nervoso central induzindo um efeito que deprime os neurônios nociceptivos ao mesmo tempo que estimula as células não-nociceptivas, induzindo um efeito analgésico periférico. Inibe a liberação da bradicinina quando esta é mediada por mecanismos neurais além de fatores de modulação de citocinas pró-inflamatórias. E tem o citocromo c-oxidase seja o principal biomodulador (GOMES *et al.*, 2018).

Quando o laser interage com células e tecidos em uma dose apropriada, ele pode estimular certas funções celulares, como: estimulação linfocitária, ativação de mastócitos, aumento da produção mitocondrial de ATP e proliferação de vários tipos de células (BARBOSA *et al.*, 2010).

A faixa de radiação e luz infravermelho possui maior penetração em tecidos humanos que o espectro vermelho, o que causa um resultado mais significativo e mais efetivo à célula, desenvolvendo uma maior resposta de estimulação celular cicatricial. Além do tipo de espectro, outro fator que deve ser observado é a dose de aplicação, ou seja, as doses mais baixas não apresentam um bom efeito biológico. Contrariamente, a utilização de energia que se mostra muito alta, poderá promover efeito bio-supressor (FLIEGER *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2020).

3.4 Aplicações e indicações clínicas da laserterapia na odontologia

O LBI de energia tem sido usado na odontologia, para auxiliar no tratamento da alveolite, disfunção temporomandibular, estomatite aftosa recorrente, herpes labial, hipersensibilidade dentinária, mucosite, nevralgias, paralisia facial, parestesia, pericoronarite, queilite angular, úlcera traumática, reparação tecidual em pós processos cirúrgicos através dos

seus efeitos analgésicos, anti-inflamatórios e biomodulação tecidual (BISPO, 2009).

Especificamente os efeitos terapêuticos do laser em lesões teciduais são bioquímicos, bioelétricos e bioenergéticos, resultando em estímulo à microcirculação, trofismo celular, ação analgésica (libera substâncias quimiotáxicas, que estimulam a liberação de endorfinas), antiinflamatória (interfere na síntese de prostaglandinas), anti edematosa (facilita o retorno venoso linfático devido à ação vasodilatadora dos capilares) e cicatrizante (CATÃO *et al.*, 2013; TORKZABAN, *et al.*, 2018).

A utilização da laserterapia na odontologia deu-se através das ondas de luzes propagadas, onde os lasers que possuem feixes de luzes com baixa intensidade são capazes de penetrar em camadas mais profundas do tecido, estimulando fotorreceptores, o que, por sua vez, leva a uma melhor função metabólica do sistema celular ativo, o que pode alcançar resultados satisfatórios, como: efeitos analgésicos, anti-inflamatórios e bioestimulantes (TORKZABAN, *et al.*, 2018).

Dentre as aplicações clínicas, como em Infecções dentárias, o laser pode ser aplicado aos linfonodos submandibulares para aumentar o fluxo linfático da área infectada, reduzir as células inflamatórias e levar neutrófilos ao local da infecção para uma cicatrização mais rápida, associada ao uso de antibioticoterapia, que ajudará a potencializar a captação do antibiótico na corrente sanguínea (GOYAL; MAKKAR; PASRICHA, 2013).

Quanto ao tratamento do herpes simples por meio da laserterapia se dá pelo abreviamento do ciclo da doença e pode ainda retardar novos episódios de manifestação desta patologia (VAZZOLLER *et al.*, 2016). O LBI também auxilia como terapia de suporte a regeneração nervosa periférica, propiciando a recuperação sensitiva na parestesia, sendo uma alternativa de tratamento eficaz para casos de distúrbios neuro sensitivos, com recuperação do paladar e melhora sensitiva a estímulos mecânicos e térmicos (BAVERO *et al.*, 2005).

O laser de baixa intensidade foi eficaz também no tratamento e prevenção da mucosite oral, atuando como analgésico, anti-inflamatório e biomodulador, sendo a mitocôndria celular o sítio inicial da ação do laser (CAMPOS *et al.*, 2013).

Além disso, ocorre alterações na via do ATP, proliferação celular de fibroblastos, formação e organização de colágeno, redução da Ciclo-oxigenase-2 (COX-2) e do infiltrado neutrofílico, aumento na angiogênese e atua ainda na hiperpolarização da membrana, aumentando a concentração de ATP e diminuição da produção de prostaglandina (CAMPOS *et al.*, 2013).

O LBI atua em diversos processos metabólicos fazendo com que ocorra a absorção de energia da luz pelos cromóforos, e a partir daí, ocorre uma modificação da função

mitocondrial, e como consequência, atua na respiração celular, promovendo uma elevação na produção de ATP, que gera espécies reativas de oxigênio intracelular. Essas modificações têm como resultado a proliferação dos fibroblastos, síntese de colágenos, modificação da resposta inflamatória, melhora na angiogênese e reparo tecidual (SANT'ANNA *et al.*, 2017).

A utilização de TLBI apresenta eficácia em diversos âmbitos: em tecidos orais, moles e duros, em muitas especialidades odontológicas como endodontia, periodontia, ortodontia, cirurgia, odontopediatria, dentre tantas outras (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Também foi observada eficácia da TLBI no tratamento de pacientes com distúrbios temporomandibulares, aliviando sintomas dolorosos, devido ao seu mecanismo de analgesia local, que reduz diretamente a inflamação, ajuda a eliminar substâncias alógenas, estimula reflexos e faz com que substâncias como endorfinas sejam produzidas, impedindo a dor (CATÃO *et al.*, 2013).

Além disso, pode melhorar a microcirculação local e suprimento sanguíneo em áreas de tensão muscular, promovendo conforto significativo para pacientes logo após sua aplicação e sinais de melhora na abertura da boca com a amplitude de movimento da articulação temporomandibular (CATÃO *et al.*, 2013).

O LBI é um excelente método de terapia coadjuvante no tratamento de raspagem radicular em patologias do periodonto, com capacidade de reduzir significativamente a inflamação e acelerar a cicatrização tecidual (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Além disso, em relação a enxertos de conjuntivo ou enxertos gengivais livres, a utilização da TLBI mostrou resultados promissores a respeito do reparo tecidual, bem como da ação anti-inflamatória e na reepitelização completa (HEIDARI *et al.*, 2017).

Da mesma forma, quando a TLBI foi utilizada no tratamento coadjuvante em cirurgias de regeneração tecidual guiada em dentes com lesão de furca, o laser agregou melhoras no quadro clínico de paciente (DOGAN *et al.*, 2016).

Na ortodontia o efeito da TLBI pode apresentar benefícios no que diz respeito ao estímulo do trofismo celular em tecidos ósseos, com capacidade de promover o reparo ósseo aprimorando o processo de remodelação óssea, em razão à sua ação terapêutica anti-inflamatória, podendo acelerar e melhorar a movimentação ortodôntica, na utilização de comprimentos de onda infravermelho. Quanto ao efeito analgésico, essa terapia se apresentou muito eficiente no alívio da dor. (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

O LBI possui diversas indicações na odontologia, como antes já mencionado, deve-se destacar ainda que seus benefícios como uma modalidade de tratamento principalmente coadjuvante, de maneira segura, não invasiva e sem promover efeitos colaterais. (OLIVEIRA *et*

al., 2018).

3.5 Protocolos clínicos

Quanto ao protocolo da laserterapia, não existe um consenso quanto a padronização de uso clínico pelos cirurgiões-dentistas (CD) é necessário um curso de preparação para esses especialistas, buscando qualificá-los, levando em consideração as alterações nos parâmetros que podem ser utilizados para comprimentos de onda para cada especificidade e em diferente tipos de lesões orais, energia que será usada para um determinado procedimento, fluência de uso, ponteira do equipamento, potência e tipo do laser e tempo de tratamento (SILVA NETO *et al.*, 2020).

Os comprimentos de onda usados no laser são compreendidos entre a luz visível e infravermelho, ou seja, 600-1200nm. Os fótons da faixa do visível e do infravermelho, quando colidem com os tecidos, são refletidos, passam por eles ou são absorvidos. Portanto, a energia que eles perdem é transformada em outras formas de energia (ASNAASHARI; SAFAVI, 2013).

Com relação aos protocolos clínicos da laserterapia, existe controvérsias e são bastante variáveis, se relacionados a dosimetria, em J/cm², número de sessões e o aparelho em si, variando também pelo tamanho da ponteira (SANTOS *et al.*, 2018).

Cada tipo de laser resulta em luz de comprimento de onda específico, e cada comprimento de onda reage de uma maneira diferente com cada tecido. Outro fator importante é a densidade de energia, que é a quantidade de energia por unidade de área entregue aos tecidos. Temos também que considerar os fatores temporais, tais como: a forma de emissão de luz (contínua ou pulsátil), a taxa de repetição e a largura do pulso, para lasers de emissão pulsátil (CAVALCANTE *et al.*, 2011).

A seguir estão algumas das dosagens de tratamento sugeridas: 2 a 3 J / cm² duas ou três vezes por semana nos tecidos gengivais; 4 a 6 J / cm² duas ou três vezes por semana nos músculos; 6 a 10 J / cm² uma ou duas vezes por semana em uma articulação temporomandibular (ATM); e 2 a 4 J / cm² diretamente no dente ou indiretamente acima do ápice ou estrutura óssea sanguínea (GOYAL; MAKKAR; PASRICHA, 2013).

Principais lasers terapêuticos utilizados e seus comprimentos de onda: Laser heNe com 633nm; Lasers InGaAIP com 633-700nm; Lasers GaAIAs com 780-890nm; Laser de GaAs com 904nm; Laser CO2 desfocado com 10600nm; Laser rubí desfocado com 694nm e Laser Nd: YAG desfocado com 1064nm (ASNAASHARI; SAFAVI, 2013; FARIVAR;

MALEKSHAHABI; SHIARI, 2014; LORETI *et al.*, 2015).

Quanto maior o comprimento de onda, mais profunda é a penetração da energia do laser. Comprimentos de onda entre 300 e 400 nm dispersam mais e penetram menos e comprimentos de onda entre 1.000 e 1.200 nm dispersam menos e penetram mais (CAVALCANTE *et al.*, 2011).

Exposição Irradiante ou densidade de energia (DE) é um parâmetro utilizado para determinar algum tipo de protocolo terapêutico, fazendo um cálculo onde a densidade de energia se dá pelo produto da potência do equipamento e o tempo a ser aplicado, resultado esse dividido pela área do feixe da caneta aplicadora de laser, tendo a seguinte fórmula: $DE = P(W) \times T (s) / A (cm^2)$ (SPINA, 2008).

4 DISCUSSÃO

Sabendo que o laser é uma fonte de luz, com características: monocromaticidade, coerência e colimação, é capaz de ocorrer a penetração nos tecidos de forma não-invasiva (SAMANEH *et al.*, 2015). A irradiação da laserterapia tem capacidade de acelerar tanto a atividade dos fibroblastos, como também o metabolismo de colágeno, assim como uma modulação da analgesia local e efeito anti-inflamatório (LORETI *et al.*, 2015).

A inflamação é parte de uma resposta biológica natural do sistema imunológico, diante de danos teciduais e estímulos prejudiciais ao organismo, como a invasão por patógenos e injúria celular e tecidual, sendo assim, sabe-se que é uma resposta de proteção que envolve células do sistema imunológico, vasos sanguíneos e mediadores moleculares (LAMONTAIN *et al.*, 2019). E por meio da laserterapia há um aumento significativo na deposição de colágeno, devido a indução da proliferação celular e pelo processo de síntese e secreção de proteínas (SILVA *et al.*, 2013).

Sendo assim, o laser de baixa intensidade desempenha um papel importante na regeneração do periodonto pelo aumento da produção de fatores de crescimento, como fator de crescimento derivado de plaquetas (PDGF) e fator de transformação do crescimento (TGF- β) que são os fatores de crescimento mais importantes para o ligamento periodontal. A irradiação com LBI também induz a degranulação plaquetária e a liberação de substâncias armazenadas em grânulos plaquetários específicos (NAGATA *et al.*, 2014).

Ainda é necessário esclarecer os mecanismos celulares mediados pela TLBI, no entanto, pensa-se que o principal mecanismo de ação resulta da absorção de fótons por cromóforos mitocondriais, nomeadamente citocromo c oxidase (CCO), levando ao aumento de trifosfato de adenosina (ATP) redução e redução do estresse oxidativo e mitocondrial, iniciando uma cascata de efeitos que induzem o tecido reparar e reduzir a inflamação (CHUNG *et al.*, 2012).

Desse modo, a absorção de energia luminosa pode causar fotodissociação do óxido nítrico inibitório de CCO levando ao aumento da atividade enzimática, transporte de elétrons, respiração mitocondrial e produção de trifosfato de adenosina (ATP) Por sua vez, a TLBI altera o estado redox celular que induz a ativação de numerosas vias de sinalização intracelular e altera a afinidade de fatores de transcrição relacionados à proliferação celular, sobrevivência, reparo e regeneração de tecidos (PEPLOW *et al.*, 2011)

Muitos estudos têm demonstrado a sua utilização na reparação tecidual mais rápida e menos dolorosa na área odontológica em estomatite aftosa recorrente (afta), úlceras

traumáticas, lesões herpéticas, líquen plano (principalmente nas suas formas atrófica e erosiva) pericoronarite, gengivite, queilite angular, pericementite, síndrome da ardência bucal, alveolite, disfunção temporomandibular (DTM), e mucosite (CAVALCANTI *et al.*, 2011)

Contudo, em virtude de uma possível escolha inadequada da fonte de luz e dosagem ou devido ao preparo inadequado da pele do paciente antes da aplicação da TLBI, como: falta de remoção de maquiagem e resíduos oleosos, pode-se haver uma interferência na penetração da fonte de luz, e não contabilização da pigmentação da pele. Bem como a manutenção inadequada do equipamento TLBI pode reduzir seu desempenho e também interferir nos resultados clínicos. É importante considerar que existe uma dose ideal de luz para qualquer aplicação particular (AVCI *et al.*, 2013).

Muito embora o laser tenha sido aplicado com sucesso sobre os sintomas de diversas doenças, existem contraindicações para seu uso, como em células malignas localizadas ou irradiadas; em casos de epilepsia; sobre a glândula tireóide; sobre útero gravídico e região abdominal ou pélvica em mulheres grávidas; em lesões clínicas que não possuem diagnóstico; em pacientes que possuem elevada hipersensibilidade e trombose em veia pélvica ou veias profundas das pernas (ANDRADE; CLARK; FERREIRA, 2014).

Embora a TLBI seja agora usada para tratar uma ampla variedade de doenças, ela permanece um tanto controversa como terapia por que existem incertezas sobre os mecanismos moleculares e celulares fundamentais responsáveis pela transdução de sinais dos fótons incidentes nas células para os efeitos biológicos que ocorrem no tecido irradiado (HUANG, *et al.*, 2011).

Além disso, existem variações significativas em termos de parâmetros de dosimetria: comprimento de onda, irradiância ou densidade de potência, estrutura de pulso, coerência, polarização, energia, fluência, tempo de irradiação, aplicação com contato, aplicação sem contato e regime de repetição. Parâmetros dosimétricos mais baixos podem resultar em eficácia reduzida do tratamento e parâmetros mais altos podem levar a danos nos tecidos. Isso ilustra o conceito da resposta à dose bifásica que foi relatada para operar em TLBI (CHUNG *et al.*, 2012).

Em casos em que a laserterapia não ofereceu um resultado clínico de reparação tecidual, deu-se possivelmente devido a uma escolha inadequada da fonte de luz e dosagem, além de um preparo inadequado da pele do paciente antes da aplicação da TLBI, como: falta de remoção de maquiagem e resíduos oleosos, que podem interferir na penetração da fonte de luz, e não contabilização da pigmentação da pele. A manutenção inadequada do equipamento TLBI pode reduzir seu desempenho e também interferir nos resultados clínicos. É importante

considerar que existe uma dose ideal de luz para qualquer aplicação particular (AVCI et al., 2013).

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que a laserterapia de baixa potência exerce efeitos importantes nos processos iniciais da cicatrização, quando aplicada sobre processos patológicos, feridas, edemas e inflamações, capaz de promover como principais efeitos fisiológicos resolução anti-inflamatória, neoangiogênese, proliferação epitelial e de fibroblastos, síntese e deposição de colágeno, revascularização e contração da ferida.

Assim, a laserterapia de baixa potência tem sido bastante estudada quanto às suas aplicações terapêuticas, pois atuam como anti-inflamatório e analgésico, que, somados ao seu poder bioestimulante, diminui o desconforto logo após a primeira aplicação e acelera a reparação, promovendo bem-estar e melhora na qualidade de vida desses pacientes. Porém, a falta de padronização dos protocolos clínicos e a diversa gama de aparelhos com diferentes potências, dificulta a escolha dos parâmetros a ser utilizados na aplicação da terapia.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, F. V. Reparação de Tecidos. **Blucher Medical Proceedings**, Belo Horizonte, v. 01, n. 01, p. 72, fev. 2014.
- ANDRADE, F. S. S. D.; CLARK, R. M. O.; FERREIRA, M. L.. Efeitos da laserterapia de baixa potência na cicatrização de feridas cutâneas. **Rev. Col. Bras. Cir.**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 2, p. 129-133, abr. 2014.
- ASNAASHARI M., SAFAVI N.. Application of Low level Lasers in Dentistry (Endodontic). **J Lasers Med Sci.**; v.4, n.2, p. 57-66, 2013
- AVCI P. *et al.* Low-level laser (light) therapy (TLBI) in skin: stimulating, healing, restoring. **Semin Cutan Med Surg.** v. 32, n.1, p.41-52, 2013.
- BARBOSA, R. I. *et al.* Efeito do TLBI (660 nm) na regeneração do nervo isquiático lesado em ratos. **Fisioter. Pesqui.**, São Paulo, v. 17, n. 4, p. 294-299, dez. 2010.
- BAVERO, F. C. *et al.* Laserterapia no tratamento de parestesia. **Rev. odontol. UNESP**, vol.34, n.01, 2005.
- BISPO, L. B. A nova tecnologia do laser terapêutico no controle da dor. **Rev. bras. odontol.**, Rio de Janeiro, v. 66, n. 1, p.107-111, jan./jun. 2009.
- CAMPOS, L. *et al.* Laserterapia no tratamento da mucosite oral induzida por quimioterapia: relato de caso. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, São Paulo, v.67 n.2, 2013.
- CATÃO, M. H. V. C. *et al.* Avaliação da eficácia do laser de baixa intensidade no tratamento das disfunções têmporo-mandibular: estudo clínico randomizado. **Rev. CEFAC**, São Paulo, v. 15, n. 6, p. 1601-1608, dez. 2013.
- CAVALCANTE, L.C. *et al.* Efeito da pedra umes no processo de cicatrização tecidual.: estudo histológico em dorso de ratos. **Braz J Periodontol.**, v.22, n.1, p.69-73, 2012.
- CAVALCANTI, T.M. *et al.* Conhecimento das propriedades físicas e da interação do laser com os tecidos biológicos na odontologia. **An Bras Dermatol.**, v.86, n.5, p.955-960, 2011.
- CHAMUSCA, F.V. *et al.* Mediadores do efeito sistêmico do processo inflamatório e terapias fotobiomoduladoras: uma revisão de literatura. **R. Ci. med. biol.**, Salvador, v.11, n.1, p.70- 78, jan./abr. 2012
- CHIMELLO-SOUSA, D. T. *et al.* In Vitro Effect of Low-Level Laser Therapy on Undifferentiated Mouse Pulp Cells. **J Health Sci**, Sp, Brazil, v. 23, n. 1, p. 02-06, jan. 2021.
- CHUNG H. *et al.* The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy. **Ann. Biomed. Eng.**, v.40, n.2, p.516–533, 2012.
- COSTA, A. C. F. *et al.* Effects of low-level laser therapy on the orthodontic mini-implants stability: a systematic review and meta-analysis. **Progress In Orthodontics**, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 01-11, 15 fev., 2021.

DELAVARY, B. M. *et al.* Macrophages in skin injury and repair. **Immunobiology**, Stuttgart, v. 216, n. 7, p. 753-762, 2011.

DOĞAN, G. E. *et al.* Clinical and biochemical comparison of guided tissue regeneration versus guided tissue regeneration plus low-level laser therapy in the treatment of class II furcation defects: A clinical study. **Journal of Cosmetic and Laser Therapy**, v.18, n.02, p.098-104, fev. 2016.

FARCIC, T. S. *et al.* Aplicação do ultrassom terapêutico no reparo tecidual do sistema musculoesquelético. **Arquivos Brasileiros de Ciências da Saúde**, v. 37, n. 3, 2012.

FARIVAR S., MALEKSHAHABI T., SHIARI R. Biological effects of low level laser therapy. **Journal of Lasers in Medical Sciences**, v.5, n.1, p. 58-62, 2014.

FERREIRA FNH *et al.* A terapia laser de baixa intensidade no controle da dor e na velocidade da movimentação ortodôntica: revisão sistemática. **Revista Clínica de Ortodontia Dental Press**, v.17, n.6, p.103-115, 2019.

FLIEGER R., *et al.* LowLevel Laser Therapy with a 635nm Diode Laser Affects Orthodontic Mini-Implants Stability: A Randomized Clinical Split- Mouth Trial. **Journal of Clinical Medicine**, v.9, n.1, p.112, 2019.

GOMES, C. F.; SCHAPOCHNIK, A. O uso terapêutico do LASER de Baixa Intensidade (LBI) em algumas patologias e sua relação com a atuação na Fonoaudiologia. **Distúrb Comun**, São Paulo, v. 23, n. 03, p. 570-578, set. 2017.

GOMES, R. N. S. *et al.* Efeitos da fotobioestimulação no tratamento da neuralgia pós-herpética: relato de caso. **Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 01, p. 105-110, 2018.

GOYAL, M.; MAKKAR, S.; PASRICHA, S.. Low Level Laser Therapy in Dentistry. **International Journal of Laser Dentistry**, v. 03, n. 03, p. 82-88, dez. 2013.

HEIDARI, M. *et al.* Effect of laser photobiomodulation on wound healing and postoperative pain following free gingival graft: A split-mouth triple-blind randomized controlled clinical trial. **Journal of Photochemistry & Photobiology**, B: Biology, v. 172, p.109-114, jul. 2017

HENRIQUES, A. C. G; CAZAL, C.; CASTRO, J. F. L.. Ação da laserterapia no processo de proliferação e diferenciação celular: revisão da literatura. **Rev. Col. Bras. Cir.**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 4, p. 295-302, ago. 2010.

HUANG Y. Y. *et al.* Biphasic dose response in low level light therapy - an update. **Dose Response**. v.9, n.4, p.602-618, 2011.

ISAAC, C. *et al.* Processo de cura das feridas: cicatrização fisiológica. **Rev Med**, São Paulo, v. 89, n.3/4, p. 125-131, jul-dez. 2010.

LAMONTAIN, V. *et al.* Stimulation of TNF receptor type 2 expands regulatory T cells and ameliorates established collagen-induced arthritis in mice. **Cellular & molecular immunology**, v. 16, n.1, p. 65-74, 2019.

LINS, R. D. A. U. *et al.* Efeitos bioestimulantes do laser de baixa potência no processo de

reparo. **An Bras Dermatol**, v. 85, n. 06, p. 849-855, 2010.

LORETI E.H. *et al.* Use of laser therapy in the healing process: a literature review. **Photomedicine and Laser Surgery**. v.33, n.01, p.104-116, 2015.

MILETO, T. N., AZAMBUJA, F. G. Low-intensity laser efficacy in postoperative extraction of third molars. **RGO - Revista Gaúcha de Odontologia**, v. 65, n. 01, p.13–19, 2017.

MOMENI, E. *et al.* Low-level laser therapy using laser diode 940 nm in the mandibular impacted third molar surgery: double-blind randomized clinical trial. **Bmc Oral Health**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 01-08, 18 fev., 2021.

MOREIRA, F. F. *et al.* Laserterapia de baixa intensidade na expressão de colágeno após lesão muscular cirúrgica. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v.18, n.1, p. 37-42, jan/mar. 2011.

NAGATA M.J. *et al.* Platelet-rich plasma, low-level laser therapy, or their combination promotes periodontal regeneration in fenestration defects: a preliminary in vivo study. **J Periodontol**. v.85, n.01, p.770-782, 2014.

NICOTRA C. *et al.* A Comparative Assessment of Pain Caused by the Placement of Banded Orthodontic Appliances with and without Low-Level Laser Therapy: A Randomized Controlled Prospective Study. **Dentistry Journal**, v.8, n.1, p.24, 2020.

OLIVEIRA, F. A. M. de *et al.* Indicações e tratamentos da laserterapia de baixa intensidade na odontologia: uma revisão sistemática da literatura. **HU Revista**, Juiz de Fora, v. 44, n. 1, p. 85-96, jan./mar. 2018.

OLIVEIRA, I. V. P. de M; DIAS, R. V. C. Cicatrização de feridas: fases e fatores de influência. **Acta Vet Bras**, Mossoró-Rn, v. 06, n. 04, p. 267-271, 2012.

PEPLOW PV *et al.* Laser photobiomodulation of gene expression and release of growth factors and cytokines from cells in culture: a review of human and animal studies. **Photomed Laser Surg**. v.2, n.5, p.285–304, 2011.

PIVA, J. A. A. C. *et al.* Effect of low-level laser therapy on the initial stages of tissue repair: basic principles. **An. Bras. Dermatol.**, Rio de Janeiro, v. 86, n. 5, p. 947-954, out. 2011.

RAMOS F.S *et al.* The effects of tanscutaneous low-level laser therapy on the skin healing process: an experimental model. **Lasers in Medical Science**, v.33, n.01, p.967-976, 2018.

REOLON, L. Z. et. Impacto da laserterapia na qualidade de vida de pacientes oncológicos portadores de mucosite oral. **Rev Odontol UNESP**, Araraquara, v. 46, n. 1, p. 19-27, fev. 2017.

ROCHA, J. T. C. Terapia laser, cicatrização tecidual e angiogenese. **RBPS**, Fortaleza, v. 17, n. 01, p.44-48, fev. 2004.

SAMANEH R. *et al.* Laser therapy for wound healing: a review of current techniques and mechanisms of action. **Biosciences Biotechnology Research Asia**, v.12, n.1, p. 217-223, 2015.

SANT'ANNA, E. F. *et al.* High-intensity laser application in Orthodontics. **Dental Press J. Orthod.**, Maringá, v. 22, n.06, p. 99-109, nov. 2017.

- SANTOS, T.K.G.L. *et al.* Princípios fundamentais dos lasers e suas aplicações. **Revista Campo do Saber**, São Paulo, v. 04, n. 05, p. 240-257, out. 2018.
- SARDARI, K. *et al.* Effects of platelet-rich plasma (PRP) on cutaneous regeneration and wound healing in dogs treated with dexamethasone. **Comparative Clinical Pathology**, New York, v. 20, n. 2, p. 155-162, 2011.
- SERIQUE, A. V. C. *et al.*. Laserterapia no tratamento de disfunção temporomandibular, trismo e xerostomia de paciente oncológico: relato de caso. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 01-07, jan. 2021.
- SILVA A.A. *et al.* Wound-healing effects of low-level laser therapy in diabetic rats involve the modulation of MMP-2 and MMP-9 and the redistribution of collagen types I and III. **Journal of Cosmetic and Laser Therapy**. v.15, n.1, p.210-216, 2013.
- SILVA F.M. *et al.* Evaluation of the effects of photobiomodulation on orthodontic movement of molar verticalization with mini-implant: a randomized doubleblind protocol study. **Medicine**, V.99, n.13, 2020.
- SILVA NETO, C. P. ; FREIRE JUNIOR, O. Um Presente de Apolo: lasers, história e aplicações. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. e1502, 2017.
- SILVA NETO, J. M. A. *et al.* Aplicação da laserterapia de baixa intensidade na odontologia: revisão integrativa. **Revista Eletrônica Acervo Saúde / Electronic Journal Collection Health.**, v.39, n.39, 2020.
- SILVA, E. B. da *et al.* Macro and microscopic analysis of island skin grafts after low-level laser therapy. **Rev. Col. Bras. Cir.**, Rio de Janeiro, v. 40, n. 1, p. 44-48, fev. 2013.
- SPINA, L. A. Atualização 1. Estima – **Brazilian Journal of Enterostomal Therapy**, [S. l.], v. 6, n. 3, 2008.
- SRIVASTAVA V. K., MAHAJAN S. Diode lasers: A magical wand to an orthodontic practice. **Indian J Dent Res**. v. 25, n. 01, p. 78-82, 2014.
- TESCAROLLO, A. LASER: Importante na prática clínica, da prevenção à cirurgia, **Rev. Abo Nac.** São Paulo, v. 18, n. 5, p.265-328, out. 2010.
- TORKZABAN P., *et al.* Low-level laser therapy with 940 nm diode laser on stability of dental implants: a randomized controlled clinical trial. **Lasers Med Sci**, v.33, n. 02, p.287- 293, 2018.
- VAZZOLLER, R. M. S. *et al.* Tratamento do herpes simples por meio da laserterapia – relato de casos. **Revista Científica do ITPAC**, Araguaína, v.9, n.1, p. 01-11, fev. 2016.
- ZANCA, M. *et al.* Cicatrização de feridas. **Ação Odonto**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 11, 2015.
- ZERBINATI, L. P. S. *et al.* Avaliação sobre o conhecimento do laser entre alunos e professores do curso de odontologia da escola bahiana de medicina e saúde pública, Salvador- BA. **Revista Bahiana de Odontologia**, Salvador, v. 05, n. 01, p.05-21, jan. 2014.

APÊNDICE A – ARTIGO CIENTÍFICO

**ESTIMULAÇÃO CELULAR CICATRICIAL POR MEIO DA LASERTERAPIA:
revisão da literatura**Lyja Airam Silva Brito¹Luana Dias da Cunha²**RESUMO**

A laserterapia vem sendo utilizada em várias especialidades odontológicas como terapia coadjuvante ou como terapêutica isolada, e seus efeitos incluem ação anti-inflamatória, analgésica e indutora da reparação tecidual e óssea. Este trabalho tem como principal objetivo, realizar uma revisão da literatura sobre a maneira que a laserterapia induz o processo de proliferação celular principalmente no que se refere a regeneração de tecido em lesões orais. Além de avaliar os benefícios e eficácia do uso de laserterapia no processo de reparo tecidual, analisar as diferentes aplicações do laser na odontologia e evidenciar a utilização da laserterapia de maneira sistêmica e/ou local. Os descritores utilizados para busca dos periódicos foram: “laserterapia”, “laserterapia na odontologia”, “reparo tecidual”, “cicatrização”, “laserterapia e lesões orais”; e em inglês: “low level laser therapy and dentistry”, “biostimulation” e “low level laser therapy”. Os resultados desta revisão sugerem o uso do laser de baixa intensidade como estimulador celular cicatricial utilizado no tratamento de patologias odontológicas como: Úlceras aftosas recorrentes e traumáticas, pós-operatório cirúrgico, manifestações buco-faciais de infecções virais e fúngicas, desordens musculares e articulares, dentre outras. Concluindo assim, que laser no processo de reparação tecidual pode ser utilizado para acelerar e melhorar a qualidade do processo regenerativo, através de uma sequência de eventos fisiológicos e bioquímicos com a diminuição da inflamação, estimulação da síntese de colágeno, a formação do tecido de granulação e a reepitelização, sendo considerada uma modalidade terapêutica eficiente para tratar lesões orais ou, pelo menos, reduzir os sintomas, mostrando-se eficaz além da regeneração tecidual, também em reduzir a dor de diferentes etiologias e no controle de processos inflamatórios.

Palavras-chave: Terapia a Laser de Baixa Intensidade. Odontologia. Cicatrização.

¹ Graduanda em Odontologia da UNDB - Centro Universitário. São Luís, MA, Brasil.

² Professora do Curso de Odontologia da UNDB - Centro Universitário. Habilitada em Laserterapia. Especialista em Ortodontia. Especialista em Saúde da Família. Doutora em odontologia (UFMA). São Luís, MA, Brasil.

ABSTRACT

Laser therapy has been used in several dental specialties as adjuvant therapy or as isolated therapy, and its effects include anti-inflammatory, analgesic and tissue and bone repair inducing action. The main objective of this work is to carry out a literature review on the way that laser therapy induces the cell proliferation process, especially with regard to tissue regeneration in oral lesions. In addition to evaluating the benefits and effectiveness of the use of laser therapy in the tissue repair process, analyzing the different applications of laser in dentistry and highlighting the use of laser therapy in a systemic and/or local way. The descriptors used to search the journals were: “laserterapia”, “laserterapia na odontologia”, “reparo tecidual”, “cicatrização”, “laserterapia e lesões orais”; and in English: “low level laser therapy and dentistry”, “biostimulation” and “low level laser therapy”. The results of this review suggest the use of low-intensity laser as a cellular scarring stimulator used in the treatment of dental pathologies such as: recurrent and traumatic aphthous ulcers, postoperative surgery, oral-facial manifestations of viral and fungal infections, muscle and joint disorders, among others. In conclusion, laser in the tissue repair process can be used to accelerate and improve the quality of the regenerative process, through a sequence of physiological and biochemical events with decreased inflammation, stimulation of collagen synthesis, formation of granulation tissue and re-epithelialization, being considered an efficient therapeutic modality to treat oral lesions or, at least, reduce symptoms, proving to be effective in addition to tissue regeneration, also in reducing pain of different etiologies and in controlling inflammatory processes.

Keywords: Low Intensity Laser Therapy. Dentistry. Healing.

1 INTRODUÇÃO

A busca contínua por uma melhor qualidade de vida sempre foi o maior objetivo de diversos profissionais da saúde, por isso novos métodos, pesquisas e equipamentos mais modernos estão cada vez mais em foco na atualidade. Os dentistas devem ter um amplo conhecimento das diversas patologias orais e complicações pós-operatórias, sabendo como identificá-las, diagnosticá-las e tratá-las corretamente afim de trazer maior qualidade de vida e minimizar dores e desconfortos, com métodos cada vez menos invasivos, como é o caso da laserterapia, por exemplo (MILETO; AZAMBUJA, 2017).

O acrônimo LASER é derivado do inglês (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) tendo como significado: amplificação da luz por emissão estimulada de radiação. Ele consiste em uma radiação eletromagnética que diferentemente da luz normal, os

fótons presentes no laser se apresentam em um mesmo comprimento de onda (monocromáticos), estão em concordância de fase (coerentes) e se encontram em um mesmo sentido e direção (colimados) (SILVA NETO; FREIRE JUNIOR, 2017; RAMOS *et al.*, 2018; ANDRADE *et al.*, 2014).

Uma vez absorvida, a luz pode causar efeitos básicos: o fototérmico, o fotoquímico, o fotomecânico e fotoelétrico. Por causa do grande número de efeitos clínicos que esses processos ocasionam, eles podem ser subdivididos de acordo com a sua manifestação clínica e a profundidade de penetração da energia do laser nos tecidos depende da absorção e da dispersão (SANTOS *et al.*, 2018)

O laser possui aplicações no uso militar, no uso industrial e no uso clínico em decorrência da sua alta eficácia em transportar energia uniformemente de maneira intensa com capacidade de realizar cortes precisos. A utilização para fins terapêuticos e medicinais em alta potência é normalmente em cirurgias que requerem muita delicadeza e precisão, causando uma termocoagulação de vasos e lesões que simultaneamente ao corte ocorre a cauterização dos vasos em decorrer de sua energia térmica, ou seja, provoca corte sem sangramento (SANT'ANNA *et al.*, 2017).

A Terapia a Laser de baixa intensidade ou de baixa potência (TLBI) é um termo que se refere a uma aplicação terapêutica de lasers em potência mínima para o tratamento de diversas patologias e lesões, onde se utilizam dosagens consideravelmente baixas para efetuar qualquer tipo de aquecimento nos tecidos irradiados, sendo considerada dessa forma, uma modalidade de tratamento atérmica, ou seja, sem transmissão de calor, que acelera seletivamente vários processos de regeneração de feridas e funções celulares (ANDRADE; CLARK; FERREIRA, 2014).

O laser é utilizado na odontologia como coadjuvante em diversas terapias, no tratamento não farmacológico de muitas patologias, proporcionando alívio de dores agudas e crônicas, sendo capaz de promover analgesia imediata e/ ou temporária; pode ainda ser utilizado para tratamento de mucosite oral, dores articulares, aftas, candidíase, nevralgias, herpes, paralisias faciais, inflamações e lesões na mucosa oral, xerostomia, hipersensibilidade dentinária, disfunção temporomandibular, problemas no periodonto, tratamentos restauradores, ortodônticos e endodônticos, pós-operatórios cirúrgicos e outros (REOLON *et al.*, 2017).

Além disso, na Odontologia o laser pode ser utilizado em diversas funcionalidades e aplicações e essa diversidade só é possível devido aos diferentes comprimentos de onda, com diferentes características e comportamentos, que apesar de sua utilização ser amplamente variada para diferentes situações clínicas, se mantém a premissa de fazer uma Odontologia

minimamente invasiva oferecendo mais conforto, menor dor e resultados cada vez mais rápidos e satisfatórios aos pacientes (TESCAROLLO, 2010).

Sendo assim, este estudo teve como objetivo principal realizar uma revisão da literatura sobre a maneira que a laserterapia induz o processo de proliferação celular principalmente no que se refere a regeneração de tecido em lesões orais. Além de entender os benefícios e eficácia do uso de laserterapia no processo de reparo tecidual, mostrar as diferentes aplicações do laser na odontologia e descrever a utilização da laserterapia de maneira sistêmica e/ou local.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Laser

Lasers são dispositivos que normalmente geram radiação eletromagnética relativamente uniforme em comprimento de onda, fase e polarização, originalmente descritos por Theodore Maiman em 1960 na forma de um laser de rubi (FARIVAR; MALEKSHAHABI; SHIARI, 2014).

Nos últimos anos, o desenvolvimento tecnológico, principalmente os estabelecidos por meio de procedimentos físicos, colaborou com o aprimoramento da tecnologia nas áreas de diagnósticos e terapias, dentre os avanços encontrados nessa área a Laserterapia encontrou destaque. Trata-se de uma fonte de luz muito bem desenvolvida, com muitas aplicações em diversos campos de pesquisa que foi incorporada ao campo da saúde como uma ferramenta muito importante, tendo um crescimento bastante significativo em terapêuticas odontológicas (SRIVASTAVA; MAHAJAN, 2014).

O termo LASER é um acrônimo para amplificação do termo “Luz por Emissão Estimulada de Irradiação”, que foi idealizado por Albert Einstein em 1917 e no ano de 1960 foi criado o primeiro raio laser de acordo com sua conjectura de emissão de luz por radiação (MOREIRA *et al.*, 2011). As três características do laser que o diferencia da luz comum são que o raio laser seja monocromático (cor única), coerente (unidirecional) e altamente colimado (paralelo) (SRIVASTAVA; MAHAJAN, 2014).

O laser é um dispositivo composto de substâncias sólidas, líquidas ou gasosas e, quando excitado por uma fonte de energia, produz um feixe de luz comumente chamado de "raio laser". Esses dispositivos podem ser divididos em duas categorias: lasers de alta potência para fins cirúrgicos com efeitos térmicos presente, que exibem propriedades de corte, vaporização e hemostasia, e os lasers de baixa intensidade (LBI) para fins terapêuticos com propriedades analgésicas, anti-inflamatórias e bioestimuladoras (LINS *et al.*, 2010).

A terapia a laser de baixa potência foi descoberta por acaso em uma tentativa de matar células cancerígenas usando um laser, porém, verificou-se que além de não matar as células tumorais, esta, promove o processo de cicatrização de feridas, sendo assim, desde então, o laser é usado como agente de estimulação celular cicatricial em processos patológicos (MOMENI *et al.*, 2021).

Existem vários tipos de laser que podem ser encontrados na literatura a fim de promover o processo de cicatrização tecidual, entre eles: Hélio-Cádmio, Argon, Hélio-Neônio, Krypton, Arseneto de Gálio e Alumínio e CO₂. Sabe-se, no entanto, que o sucesso da terapia de baixa potência e seus respectivos efeitos mostra-se dependente do comprimento de onda, potência, dose e tempo aplicados (ANDRADE; CLARK; FERREIRA, 2014).

Os lasers aplicados para procedimentos de bioestimulação, para a ativação de processos regenerativos e de cicatrização, são os chamados laserterapia de baixa potência e operam abaixo de 500 mW. Os lasers que trabalham além da faixa de 500 mW são aplicados em terapias a laser de alta intensidade, também chamadas lasers cirúrgicos, devido à sua capacidade de corte de tecidos (SANT'ANNA *et al.*, 2017).

2.2 Inflamação e processo de reparo tecidual

A cicatrização é a maneira pelo qual um tecido que se encontra lesado se torna substituído por um tecido conjuntivo vascularizado, sendo essa lesão tanto de origem traumática como de origem necrótica. Desse modo, o processo de cicatrização tem como principal objetivo restabelecer a homeostasia tecidual, portanto, se faz necessário o conhecimento sobre de tal processo, a fim de que se faça uma intervenção no mesmo para auxiliar e acelerar a cicatrização e promover homeostasia do organismo, promovendo o bem-estar do paciente (CAVALCANTE *et al.*, 2012).

O reparo é um processo que é capaz de promover a substituição dos tecidos lesados por células novas e saudáveis. Acontece por meio de neoformação e proliferação de tecido conjuntivo vascularizado, chamado de cicatrização, ou por tecido igual/idêntico ao original, chamado de regeneração. A regeneração devolve a integridade e função em alguns tipos de agressão e epitelização das feridas. A cicatrização é o tipo mais comum de reparo e pode ocorrer em conjunto à regeneração (AMARAL, 2014).

A cicatrização de feridas consiste em quatro fases: hemostasia, inflamação, proliferação e remodelação do tecido, que deve ocorrer em sequência em um determinado momento e continuar por um período de tempo especificado em uma intensidade ideal (LORETI *et al.*, 2015).

O processo de cicatrização visa restabelecer a homeostasia evoluindo em fases, desde que não existam fatores que contribuem para que o processo se torne crônico, ocasionando uma perturbação repetitiva dos novos capilares, depósitos de colágeno e fragilidade do novo epitélio (OLIVEIRA; DIAS, 2012).

O reparo é o processo responsável pela substituição dos tecidos lesados por elementos novos e saudáveis. Acontece por meio de neoformação e proliferação de tecido conjuntivo, vascularizado denominado de cicatrização, ou por tecido igual ao original, denominado regeneração. A regeneração restitui a integridade e função em alguns tipos de agressão e epitelização das feridas. A cicatrização é o tipo mais comum de reparo e pode ocorrer junto com a regeneração (AMARAL, 2014).

2.3 Fundamentos biológicos e atuação do laser na estimulação celular

Os efeitos da TLBI podem ser vistos no comportamento dos linfócitos que, por sua vez, aumenta sua proliferação e ativação; sobre os macrófagos, elevando sua fagocitose; aumentando a secreção de fatores de crescimento de fibroblasto e intensificando a reabsorção tanto de fibrina quanto de colágeno. Além disso, podem contribuir para elevar a motilidade de células epiteliais, a quantidade de tecido de granulação e, diminuem ainda a síntese de mediadores inflamatórios (ANDRADE; CLARK; FERREIRA, 2014).

Além do uso na prática clínica devido aos seus efeitos anti-inflamatório, analgésico e no reparo tecidual, pode-se incluir também a sua utilização devido à aceleração no processo de sedimentação óssea, assim como a degranulação de mastócitos, indução para aumento da circulação periférica, a vasodilatação e a proliferação de fibroblastos (GOMES *et al.*, 2018).

A magnitude dos efeitos da biomodulação do laser depende do comprimento de onda utilizado e também do estado fisiológico da célula no momento da irradiação, ou seja, se o ambiente celular for ótimo ou próximo do ótimo (não patológico), os efeitos do laser não serão tão pronunciados, estes efeitos também são dependentes de outros parâmetros, como tempo de irradiação, potência, irradiância e número de aplicações (CHIMELLO-SOUSA *et al.*, 2021).

A energia celular pode ser modificada através do laser na mitocôndria. A energia é armazenada na forma de ATP (trifosfato de adenosina), que posteriormente é convertida em ADP (difosfato de adenosina) para somente então ser liberada e dar energia às funções celulares. As mitocôndrias possuem fotorreceptores, que são moléculas protéicas que por sua vez recebem a luz laser, tornando-se excitadas e conseqüentemente fazendo com que ocorra um aumento no metabolismo e libere uma maior quantidade de energia (BISPO, 2009).

Nesse sentido, quando um tecido se encontra patologicamente afetado e/ou

lesionado, o organismo reage a uma agressão local desencadeando uma série de eventos bioquímicos, celulares e vasculares (PIVA *et al.*, 2011).

A partir daí, inicia um processo de cicatrização e reparo, que constitui uma resposta tecidual dinâmica, capaz de ocasionar inflamação, proliferação celular e síntese de elementos constituintes da matriz extracelular, incluindo as fibras colágenas, elásticas e reticulares (PIVA *et al.*, 2011).

A terapia a laser de baixa potência tem se mostrado uma alternativa anti-inflamatória com efeitos semelhantes aos observados na terapia com anti-inflamatórios não-esteroidais, inibindo e/ou diminuindo a concentração de prostaglandina, ciclo-oxigenase 2 e histamina, combatendo, assim, a inflamação local, e conseqüentemente a dor causada no tecido lesionado (PIVA *et al.*, 2011).

2.4 Aplicações e indicações clínicas da laserterapia na odontologia

Dentre as aplicações clínicas, como em Infecções dentárias, o laser pode ser aplicado aos linfonodos submandibulares para aumentar o fluxo linfático da área infectada, reduzir as células inflamatórias e levar neutrófilos ao local da infecção para uma cicatrização mais rápida, associada ao uso de antibioticoterapia, que ajudará a potencializar a captação do antibiótico na corrente sanguínea (GOYAL; MAKKAR; PASRICHA, 2013).

Quanto ao tratamento do herpes simples por meio da laserterapia se dá pelo abreviamento do ciclo da doença e pode ainda retardar novos episódios de manifestação desta patologia (VAZZOLLER *et al.*, 2016). O LBI também auxilia como terapia de suporte a regeneração nervosa periférica, propiciando a recuperação sensitiva na parestesia, sendo uma alternativa de tratamento eficaz para casos de distúrbios neuro sensitivos, com recuperação do paladar e melhora sensitiva a estímulos mecânicos e térmicos (BAVERO *et al.*, 2005).

O laser de baixa intensidade foi eficaz também no tratamento e prevenção da mucosite oral, atuando como analgésico, anti-inflamatório e biomodulador, sendo a mitocôndria celular o sítio inicial da ação do laser (CAMPOS *et al.*, 2013).

A utilização de TLBI apresenta eficácia em diversos âmbitos: em tecidos orais, moles e duros, em muitas especialidades odontológicas como endodontia, periodontia, ortodontia, cirurgia, odontopediatria, dentre tantas outras (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Também foi observada eficácia da TLBI no tratamento de pacientes com distúrbios temporomandibulares, aliviando sintomas dolorosos, devido ao seu mecanismo de analgesia local, que reduz diretamente a inflamação, ajuda a eliminar substâncias alogênicas, estimula reflexos e faz com que substâncias como endorfinas sejam produzidas, impedindo a dor

(CATÃO *et al.*, 2013).

O LBI é um excelente método de terapia coadjuvante no tratamento de raspagem radicular em patologias do periodonto, com capacidade de reduzir significativamente a inflamação e acelerar a cicatrização tecidual (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Além disso, em relação a enxertos de conjuntivo ou enxertos gengivais livres, a utilização da TLBI mostrou resultados promissores a respeito do reparo tecidual, bem como da ação anti-inflamatória e na reepitelização completa (HEIDARI *et al.*, 2017).

Da mesma forma, quando a TLBI foi utilizada no tratamento coadjuvante em cirurgias de regeneração tecidual guiada em dentes com lesão de furca, o laser agregou melhoras no quadro clínico de paciente (DOGAN *et al.*, 2016).

Na ortodontia o efeito da TLBI pode apresentar benefícios no que diz respeito ao estímulo do trofismo celular em tecidos ósseos, com capacidade de promover o reparo ósseo aprimorando o processo de remodelação óssea, em razão à sua ação terapêutica anti-inflamatória, podendo acelerar e melhorar a movimentação ortodôntica, na utilização de comprimentos de onda infravermelho. Quanto ao efeito analgésico, essa terapia se apresentou muito eficiente no alívio da dor. (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

2.5 Protocolos clínicos

Os comprimentos de onda usados no laser são compreendidos entre a luz visível e infravermelho, ou seja, 600-1200nm. Os fótons da faixa do visível e do infravermelho, quando colidem com os tecidos, são refletidos, passam por eles ou são absorvidos. Portanto, a energia que eles perdem é transformada em outras formas de energia (ASNAASHARI; SAFAVI, 2013).

Cada tipo de laser resulta em luz de comprimento de onda específico, e cada comprimento de onda reage de uma maneira diferente com cada tecido. Outro fator importante é a densidade de energia, que é a quantidade de energia por unidade de área entregue aos tecidos. Temos também que considerar os fatores temporais, tais como: a forma de emissão de luz (contínua ou pulsátil), a taxa de repetição e a largura do pulso, para lasers de emissão pulsátil (CAVALCANTE *et al.*, 2011).

Principais lasers terapêuticos utilizados e seus comprimentos de onda: Laser heNe com 633nm; Lasers InGaAIP com 633-700nm; Lasers GaAIAs com 780-890nm; Laser de GaAs com 904nm; Laser CO2 desfocado com 10600nm; Laser rubi desfocado com 694nm e Laser Nd: YAG desfocado com 1064nm (ASNAASHARI; SAFAVI, 2013; FARIVAR *et al.*, 2014; LORETI *et al.*, 2015).

Exposição Irradiante ou densidade de energia (DE) é um parâmetro utilizado para determinar algum tipo de protocolo terapêutico, fazendo um cálculo onde a densidade de energia se dá pelo produto da potência do equipamento e o tempo a ser aplicado, resultado esse dividido pela área do feixe da caneta aplicadora de laser, tendo a seguinte fórmula: $DE = P(W) \times T (s) / A (cm^2)$ (SPINA, 2008).

3 DISCUSSÃO

Sabendo que o laser é uma fonte de luz, com características: monocromaticidade, coerência e colimação, é capaz de ocorrer a penetração nos tecidos de forma não-invasiva (SAMANEH *et al.*, 2015). A irradiação da laserterapia tem capacidade de acelerar tanto a atividade dos fibroblastos, como também o metabolismo de colágeno, assim como uma modulação da analgesia local e efeito anti-inflamatório (LORETI *et al.*, 2015).

A inflamação é parte de uma resposta biológica natural do sistema imunológico, diante de danos teciduais e estímulos prejudiciais ao organismo, como a invasão por patógenos e injúria celular e tecidual, sendo assim, sabe-se que é uma resposta de proteção que envolve células do sistema imunológico, vasos sanguíneos e mediadores moleculares (LAMONTAIN *et al.*, 2019).

Sabe-se que a laserterapia proporciona um aumento significativo na deposição de colágeno, devido a indução da proliferação celular e pelo processo de síntese e secreção de proteínas (SILVA *et al.*, 2013).

O laser de baixa intensidade pode desempenhar um papel importante na regeneração do periodonto pelo aumento da produção de fatores de crescimento, como fator de crescimento derivado de plaquetas (PDGF) e fator de transformação do crescimento (TGF- β) que são os fatores de crescimento mais importantes para o ligamento periodontal. A irradiação com LBI também induz a degranulação plaquetária e a liberação de substâncias armazenadas em grânulos plaquetários específicos (NAGATA *et al.*, 2014).

A absorção de energia luminosa pode causar fotodissociação do óxido nítrico inibitório de CCO levando ao aumento da atividade enzimática, transporte de elétrons, respiração mitocondrial e produção de trifosfato de adenosina (ATP) Por sua vez, a TLBI altera o estado redox celular que induz a ativação de numerosas vias de sinalização intracelular e altera a afinidade de fatores de transcrição relacionados à proliferação celular, sobrevivência, reparo e regeneração de tecidos (PEPLOW *et al.*, 2011).

Muitos estudos têm demonstrado a sua utilização na reparação tecidual mais rápida e menos dolorosa na área odontológica em estomatite aftosa recorrente (afta), úlceras

traumáticas, lesões herpéticas, líquen plano (principalmente nas suas formas atrófica e erosiva) pericoronarite, gengivite, queilite angular, pericementite, síndrome da ardência bucal, alveolite, disfunção temporomandibular (DTM), e mucosite (CAVALCANTI *et al.*, 2011).

Muito embora o laser tenha sido aplicado com sucesso sobre os sintomas de diversas doenças, existem contraindicações para seu uso, como em células malignas localizadas ou irradiadas; em casos de epilepsia; sobre a glândula tireóide; sobre útero gravídico e região abdominal ou pélvica em mulheres grávidas; em lesões clínicas que não possuem diagnóstico; em pacientes que possuem elevada hipersensibilidade e trombose em veia pélvica ou veias profundas das pernas (ANDRADE; CLARK; FERREIRA, 2014).

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que a laserterapia de baixa potência exerce efeitos importantes nos processos iniciais da cicatrização, quando aplicada sobre processos patológicos, feridas, edemas e inflamações, capaz de promover como principais efeitos fisiológicos resolução antiinflamatória, neoangiogênese, proliferação epitelial e de fibroblastos, síntese e deposição de colágeno, revascularização e contração da ferida.

Assim, a laserterapia de baixa potência tem sido bastante estudada quanto às suas aplicações terapêuticas, pois atuam como anti-inflamatório e analgésico, que, somados ao seu poder bioestimulante, diminui o desconforto logo após a primeira aplicação e acelera a reparação, promovendo bem-estar e melhora na qualidade de vida desses pacientes. Porém, a falta de padronização dos protocolos clínicos e a diversa gama de aparelhos com diferentes potências, dificulta a escolha dos parâmetros a ser utilizados na aplicação da terapia.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, F. V. Reparação de Tecidos. **Blucher Medical Proceedings**, Belo Horizonte, v. 01, n. 01, p. 72, fev. 2014.
- ANDRADE, F. S. S. D.; CLARK, R. M. O.; FERREIRA, M. L.. Efeitos da laserterapia de baixa potência na cicatrização de feridas cutâneas. **Rev. Col. Bras. Cir.**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 2, p. 129-133, abr. 2014.
- ASNAASHARI M., SAFAVI N.. Application of Low level Lasers in Dentistry (Endodontic). **J Lasers Med Sci.**; v.4, n.2, p. 57-66, 2013
- BAVERO, F. C. *et al.* Laserterapia no tratamento de parestesia. **Rev. odontol. UNESP**, vol.34, n.01, 2005.
- BISPO, L. B. A nova tecnologia do laser terapêutico no controle da dor. **Rev. bras. odontol.**, Rio de Janeiro, v. 66, n. 1, p.107-111, jan./jun. 2009.
- CAMPOS, L. *et al.* Laserterapia no tratamento da mucosite oral induzida por quimioterapia: relato de caso. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, São Paulo, v.67 n.2, 2013.
- CATÃO, M. H. V. C. *et al.* Avaliação da eficácia do laser de baixa intensidade no tratamento das disfunções têmporo-mandibular: estudo clínico randomizado. **Rev. CEFAC**, São Paulo, v. 15, n. 6, p. 1601-1608, dez. 2013.
- CAVALCANTE, L.C. *et al.* Efeito da pedra umes no processo de cicatrização tecidual.: estudo histológico em dorso de ratos. **Braz J Periodontol.**, v.22, n.1, p.69-73, 2012.
- CAVALCANTI, T.M. *et al.* Conhecimento das propriedades físicas e da interação do laser com os tecidos biológicos na odontologia. **An Bras Dermatol.**, v.86, n.5, p.955-960, 2011.
- CHIMELLO-SOUSA, D. T. *et al.* In Vitro Effect of Low-Level Laser Therapy on Undifferentiated Mouse Pulp Cells. **J Health Sci**, Sp, Brazil, v. 23, n. 1, p. 02-06, jan. 2021.
- DOĞAN, G. E. *et al.* Clinical and biochemical comparison of guided tissue regeneration versus guided tissue regeneration plus low-level laser therapy in the treatment of class II furcation defects: A clinical study. **Journal of Cosmetic and Laser Therapy**, v.18, n.02, p.098-104, fev. 2016.
- FARIVAR S., MALEKSHAHABI T., SHIARI R. Biological effects of low level laser therapy. **Journal of Lasers in Medical Sciences**, v.5, n.1, p. 58-62, 2014.
- GOMES, R. N. S. *et al.* Efeitos da fotobioestimulação no tratamento da neuralgia pós-herpética: relato de caso. **Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 01, p. 105-110, 2018.
- GOYAL, M.; MAKKAR, S.; PASRICHA, S.. Low Level Laser Therapy in Dentistry. **International Journal of Laser Dentistry**, v. 03, n. 03, p. 82-88, dez. 2013.
- HEIDARI, M. *et al.* Effect of laser photobiomodulation on wound healing and postoperative

pain following free gingival graft: A split-mouth triple-blind randomized controlled clinical trial. **Journal of Photochemistry & Photobiology, B: Biology**, v. 172, p.109-114, jul. 2017

LAMONTAIN, V. *et al.* Stimulation of TNF receptor type 2 expands regulatory T cells and ameliorates established collagen-induced arthritis in mice. **Cellular & molecular immunology**, v. 16, n.1, p. 65-74, 2019.

LINS, R. D. A. U. *et al.* Efeitos bioestimulantes do laser de baixa potência no processo de reparo. **An Bras Dermatol**, v. 85, n. 06, p. 849-855, 2010.

LORETI E.H. *et al.* Use of laser therapy in the healing process: a literature review. **Photomedicine and Laser Surgery**. v.33, n.01, p.104-116, 2015.

MILETO, T. N., AZAMBUJA, F. G. Low-intensity laser efficacy in postoperative extraction of third molars. **RGO - Revista Gaúcha de Odontologia**, v. 65, n. 01, p.13–19, 2017.

MOMENI, E. *et al.* Low-level laser therapy using laser diode 940 nm in the mandibular impacted third molar surgery: double-blind randomized clinical trial. **Bmc Oral Health**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 01-08, 18 fev., 2021.

MOREIRA, F. F. *et al.* Laserterapia de baixa intensidade na expressão de colágeno após lesão muscular cirúrgica. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v.18, n.1, p. 37-42, jan/mar. 2011.

NAGATA M.J. *et al.* Platelet-rich plasma, low-level laser therapy, or their combination promotes periodontal regeneration in fenestration defects: a preliminary in vivo study. **J Periodontol**. v.85, n.01, p.770-782, 2014.

OLIVEIRA, F. A. M. de *et al.* Indicações e tratamentos da laserterapia de baixa intensidade na odontologia: uma revisão sistemática da literatura. **HU Revista**, Juiz de Fora, v. 44, n. 1, p. 85-96, jan./mar. 2018.

OLIVEIRA, I. V. P. de M; DIAS, R. V. C. Cicatrização de feridas: fases e fatores de influência. **Acta Vet Bras**, Mossoró-Rn, v. 06, n. 04, p. 267-271, 2012.

PEPLOW PV *et al.* Laser photobiomodulation of gene expression and release of growth factors and cytokines from cells in culture: a review of human and animal studies. **Photomed Laser Surg**. v.2, n.5, p.285–304, 2011.

PIVA, J. A. A. C. *et al.* Effect of low-level laser therapy on the initial stages of tissue repair: basic principles. **An. Bras. Dermatol.**, Rio de Janeiro, v. 86, n. 5, p. 947-954, out. 2011.

RAMOS F.S *et al.* The effects of tanscutaneous low-level laser therapy on the skin healing process: an experimental model. **Lasers in Medical Science**, v.33, n.01, p.967-976, 2018.

REOLON, L. Z. et. Impacto da laserterapia na qualidade de vida de pacientes oncológicos portadores de mucosite oral. **Rev Odontol UNESP**, Araraquara, v. 46, n. 1, p. 19-27, fev. 2017.

SAMANEH R. *et al.* Laser therapy for wound healing: a review of current techniques and mechanisms of action. **Biosciences Biotechnology Research Asia**, v.12, n.1, p. 217-223, 2015.

SANT'ANNA, E. F. *et al.* High-intensity laser application in Orthodontics. **Dental Press J. Orthod.**, Maringá, v. 22, n.06, p. 99-109, nov. 2017.

SANTOS, T.K.G.L *et al.* Princípios fundamentais dos lasers e suas aplicações. **Revista Campo do Saber**, São Paulo, v. 04, n. 05, p. 240-257, out. 2018.

SILVA A.A. *et al.* Wound-healing effects of low-level laser therapy in diabetic rats involve the modulation of MMP-2 and MMP-9 and the redistribution of collagen types I and III. **Journal of Cosmetic and Laser Therapy**. v.15, n.1, p.210-216, 2013.

SILVA NETO, C. P. ; FREIRE JUNIOR, O. Um Presente de Apolo: lasers, história e aplicações. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. e1502, 2017.

SPINA, L. A. Atualização 1. Estima – **Brazilian Journal of Enterostomal Therapy**, [S. l.], v. 6, n. 3, 2008.

SRIVASTAVA V. K., MAHAJAN S. Diode lasers: A magical wand to an orthodontic practice. **Indian J Dent Res**. v. 25, n. 01, p. 78-82, 2014.

TESCAROLLO, A. LASER: Importante na prática clínica, da prevenção à cirurgia, **Rev. Abo Nac**. São Paulo, v. 18, n. 5, p.265-328, out. 2010.

VAZZOLLER, R. M. S. *et al.* Tratamento do herpes simples por meio da laserterapia – relato de casos. **Revista Científica do ITPAC**, Araguaína, v.9, n.1, p. 01-11, fev. 2016.