

FACULDADE SETE LAGOAS - FACSETE

Pós-graduação em Odontologia

Marina Calixto Gallas

**O USO DE LASERS DE BAIXA POTÊNCIA NA CICATRIZAÇÃO E REPARAÇÃO
ÓSSEA APÓS INSTALAÇÃO E ATIVAÇÃO DO MARPE: Revisão de Literatura**

São Paulo
2023

Marina Calixto Gallas

**O USO DE LASERS DE BAIXA POTÊNCIA NA CICATRIZAÇÃO E REPARAÇÃO
ÓSSEA APÓS INSTALAÇÃO E ATIVAÇÃO DO MARPE: Revisão de Literatura**

Monografia apresentada ao curso de Especialização *Lato Sensu* da Sociedade Paulista de Ortodontia, como requisito parcial para conclusão do Curso de Especialização em Ortodontia e Ortopedia dos Maxilares.

Orientador: Profa. Dra. Solange Mongelli de Fantini

Coorientador: Profa. Dra. Soo Y. Weffort, Prof. Dr. Fábio Yanikian

Área de concentração: Odontologia - Ortodontia

Ficha catalográfica

Gallas, Marina.

O USO DE LASERS DE BAIXA POTÊNCIA NA CICATRIZAÇÃO E REPARAÇÃO ÓSSEA APÓS INSTALAÇÃO E ATIVAÇÃO DO MARPE: Revisão de Literatura - Monografia / Marina Calixto Gallas

Orientador: Profa. Dra. Solange Fantini

Coorientador: Profa. Dra. Soo Y. Weffort, Prof. Dr. Fábio Yanikian

Monografia (especialização)- Faculdade de Tecnologia de Sete Lagoas, 2023.

Instituição que a monografia foi apresentada, ano de defesa.

1. Uso dos Lasers de Baixa Potência 2. Expansão Rápida da Maxila (MARPE)

I. Título.

II. Solange Fantini



Marina Calixto Gallas

**O USO DE LASERS DE BAIXA POTÊNCIA NA CICATRIZAÇÃO E REPARAÇÃO
ÓSSEA APÓS INSTALAÇÃO E ATIVAÇÃO DO MARPE:
Revisão de Literatura**

Monografia apresentada ao curso de Especialização *Lato Sensu* da Sociedade Paulista de Ortodontia, como requisito parcial para conclusão do Curso de Especialização em Ortodontia e Ortopedia dos Maxilares.

Área de concentração: Odontologia - Ortodontia

Aprovada em ___/___/___ pela banca constituída pelos seguintes professores:

Prof.(a) Dr.(a) - Solange Fantini

Prof.(a) Dr.(a) – Fábio Yanikian

Prof.(a) Dr.(a) – Soo Young Weffort

São Paulo, 12 de Agosto de 2023

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, meu marido e meus professores,

Não há palavras suficientes para expressar toda a gratidão que sinto por vocês. Ao longo desta jornada acadêmica, vocês têm sido meu alicerce, meu apoio incondicional e a fonte inspiradora que me impulsiona a alcançar meus sonhos.

À vocês, meus pais amados, agradeço por terem sido meu porto seguro desde o primeiro dia. Com paciência e carinho, me guiaram pelos caminhos do conhecimento, encorajando-me a persistir mesmo diante dos desafios. Cada sacrifício feito em prol do meu crescimento não passou despercebido, e sou eternamente grata pelo amor incondicional que me proporcionaram.

Ao meu marido, agradeço por ter sido o meu pilar incentivador, que nunca me deixou falhar, fracassar ou desistir, mesmo em momentos de tantas tormentas, e apenas me encorajou e incentivou muito a ser a mulher dedicada que sou aos estudos.

Aos meus queridos professores, meu sincero reconhecimento por compartilharem seus saberes com dedicação e paixão. Vocês são verdadeiros mestres, que transcenderam a simples transmissão de conteúdos, tornando-se exemplos de caráter e ética. Cada lição aprendida com vocês ultrapassa os limites da sala de aula, influenciando positivamente meu modo de pensar e agir.

Suas orientações e encorajamentos foram como um farol iluminando o meu caminho, e por isso sou grata por cada momento de aprendizado e crescimento sob a sua tutela.

Esta conquista é fruto da dedicação de todos vocês, que se tornaram pilares fundamentais na construção do meu conhecimento e formação como indivíduo. Esta monografia é uma homenagem singela, mas carregada de todo o carinho e reconhecimento que sinto.

Com amor, admiração e profunda gratidão, dedico este trabalho a vocês, meus amados pais e estimados professores.

São Paulo, Agosto de 2023

AGRADECIMENTOS

É com alegria e gratidão que finalizo esta jornada acadêmica e dedico um momento especial para expressar meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram para a realização desta monografia.

À minha amada família, amigos e ao meu marido, o carinho, paciência e compreensão que demonstraram foram fundamentais para que eu pudesse me dedicar a esta empreitada. Vocês sempre estiveram ao meu lado, encorajando-me e tornando cada desafio mais leve e significativo.

Aos meus professores e orientadores, verdadeiros mestres que, com sabedoria, compartilharam seus conhecimentos e experiências, guiando-me no aprofundamento dos estudos e incentivando minha busca constante pelo saber. Suas valiosas contribuições e dedicação ao meu desenvolvimento acadêmico foram fundamentais para minha formação.

À instituição de ensino, seus funcionários e colaboradores, que possibilitaram todas as oportunidades e recursos necessários para a realização deste trabalho acadêmico.

Esta monografia é fruto da contribuição de cada uma dessas pessoas, e meu coração se enche de gratidão ao reconhecer o papel fundamental que desempenharam em minha trajetória acadêmica.

Muito obrigado a todos!

RESUMO

Lasers de baixa potência têm sido cada vez mais utilizados na ortodontia como uma alternativa eficaz aos métodos tradicionais de tratamento.

Esta monografia tem como objetivo apresentar as aplicações e indicações dos lasers de baixa potência durante o tratamento ortodôntico, com enfoque na reparação óssea após a expansão rápida da maxila e aceleração do movimento ortodôntico. A pesquisa baseou-se em artigos publicados entre 2007 e 2023, obtidos por meio de plataformas como Pubmed, Google Scholar, Research Gate e Scielo.

Palavras-chave: "Laser", "Orthodontics", "Ortodontia", "Laser de Baixa Potência", "Expansão Rápida da Maxila" e "RME".

ABSTRACT

Low-level lasers have been increasingly utilized in orthodontics as an effective alternative to traditional treatment methods.

This monograph aims to present the applications and indications of low-level lasers during orthodontic treatment, with a focus on bone repair after rapid maxillary expansion and acceleration of orthodontic movement. The research was based on articles published between 2007 and 2023, obtained through platforms such as Pubmed, Google Scholar, Research Gate, and Scielo.

Keywords: "Laser", "Orthodontics", "Low Power Laser", "Rapid Maxillary Expansion" and "RME"

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	PROPOSIÇÃO.....	11
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1	CLASSIFICAÇÃO DOS LASERS.....	11
3.2	DOSIMETRIA.....	12
3.3	A SUTURA PALATINA MEDIANA.....	13
3.4	EXPANSÃO E NEOFORMAÇÃO ÓSSEA DA SUTURA PALATINA MEDIANA.....	13
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4.1	FACILIDADE DE ABERTURA DA SUTURA PALATINA.....	16
4.2	PROCESSO DE REPARAÇÃO ÓSSEA.....	19
5	CONCLUSÃO.....	22
6	REFERÊNCIAS.....	23

1. Introdução

O termo “laser” é um acrônimo da língua inglesa “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”, ou seja, amplificação da luz pela emissão estimulada de radiação. Para a emissão de um raio laser, é necessário um dispositivo composto por uma fonte de energia, dois espelhos e por substâncias denominadas de meio ativo, que variam entre uma gama de gases, sólidos e líquidos. Em seu funcionamento, o meio ativo é excitado pela fonte de energia, gerando, assim, a luz laser. (CAVALCANTI et al., 2011)

Essa luz produzida, no entanto, possui características especiais que permitem diferenciá-la da luz comum, ou mesmo daquela luz produzida por LEDs. Essas características são compostas pelas seguintes propriedades:

- a) Colimação: os fótons se propagam em uma única direção, sem divergência significativa, ou seja, os feixes de luz ocorrem paralelamente uns aos outros e garantem a sua propagação sem grandes perdas por distância.
- b) Monocromaticidade: os feixes de luz possuem a mesma frequência, e, portanto, a mesma cor, que varia de acordo com o meio ativo utilizado.
- c) Coerência: além de possuírem a mesma frequência, os fótons de laser vibram de maneira síncrona.

O laser de baixa potência, também conhecido como terapia a laser de baixa intensidade (LLLT), é uma técnica que utiliza a luz de baixa intensidade para estimular processos biológicos em tecidos vivos. Essa técnica tem sido amplamente utilizada em diversas áreas da saúde, incluindo a odontologia.

Uma das principais aplicações desse tipo de laser na odontologia é quando se utiliza o LLLT para acelerar o processo de cicatrização, reduzir a inflamação e a dor, estimular a formação de osso e tecido gengival, além de auxiliar em tratamentos ortodônticos e periodontais.

O mecanismo de ação do laser de baixa potência é baseado na fotobiomodulação, que consiste na absorção da luz por moléculas específicas nos tecidos, que por sua vez levam a alterações bioquímicas e fisiológicas. Essas alterações incluem a produção de energia celular, a liberação de fatores de crescimento e a redução da inflamação, resultando em uma melhora do processo de cicatrização e regeneração. Além disso, os lasers de baixa potência são considerados seguros e não invasivos, com poucos efeitos colaterais relatados:

A tendência da odontologia é a incorporação de métodos menos invasivos com a finalidade de minimizar a dor e o desconforto durante e após as intervenções odontológicas. Por isso, acredita-se que a laserterapia seja uma excelente opção de tratamento, já que apresenta efeitos benéficos para os tecidos irradiados, como ativação da microcirculação, produção de novos capilares, efeitos anti-inflamatórios e analgésicos, além de estímulo ao crescimento e à regeneração celular.(CAVALCANTI et al., 2011)

É importante lembrar que, entretanto, o sucesso do tratamento depende da seleção correta do comprimento de onda e da dose de energia utilizada.

Esse conjunto de evidências de benefícios em um método considerado pouco invasivo se somam à facilidade do manuseio dos equipamentos e ao conforto dos pacientes durante a aplicação da técnica:

Existem muitos benefícios no uso de fontes de luz na rotina ortodôntica, especialmente em termos de simplicidade da técnica, facilidade de manuseio dos dispositivos, características minimamente invasivas e conforto do paciente durante os procedimentos. É importante enfatizar que os profissionais devem desenvolver uma visão crítica sobre os avanços tecnológicos, praticando a odontologia baseada em evidências. (DANTAS et al., 2023)

A ortodontia tem evoluído consideravelmente nas últimas décadas, com o surgimento de novas técnicas e tecnologias que visam tornar os tratamentos mais eficientes e menos invasivos. Nesse contexto, os lasers de baixa potência surgem como uma alternativa promissora para auxiliar nos procedimentos de expansão rápida da maxila e aceleração do movimento ortodôntico.

A expansão rápida da maxila é um tratamento ortodôntico indicado para o aumento da largura da arcada dentária superior, por meio de aparelhos ortopédicos mecânicos, apoiados em molares superiores, em molares superiores e palato, em molares superiores e mini-implantes no palato, ou ainda, apoiados apenas no palato por meio de mini-implantes. Possuem um parafuso expensor que ao ser ativado dando-se voltas, resultam no afastamento da sutura palatina mediana. Quando o parafuso é acionado é gerada força equivalente à resistência da estrutura óssea da face. Isso resulta no afastamento das metades do palato, abrindo a sutura palatina mediana de forma pendular, nos planos horizontal e vertical, contribuindo para a correção da má oclusão dentária e melhora da estética facial.

É um procedimento que afeta a estrutura óssea e os tecidos moles adjacentes, provocando inflamação, dores ou desconforto na região oral. Nesse contexto, a luz de baixa intensidade do laser se destaca pela capacidade de estimular a diferenciação e ativação dos osteoclastos, a proliferação dos osteoblastos, a síntese de colágeno e a

neoangiogênese, levando a uma remodelação óssea acelerada, reparo e maturação. (DANTAS et al., 2023)

2. Proposição, materiais e métodos

A proposta desta monografia é a de abordar, comparar e mostrar diferentes protocolos clínicos e resultados, sejam eles positivos e, ou negativos do uso dos Laser LLLT na reparação óssea, após a expansão rápida da maxila em disjunção palatina, e na técnica utilizando Mini-implante (MARPE).

Para tanto, serão revisados estudos relacionados à avaliação da formação óssea na sutura palatina mediana após irradiação com laser de baixa potência, em pacientes submetidos a expansão rápida da maxila (ERM) e aplicação dos Lasers de Baixa potência para aceleração do movimento ortodôntico. Foram incluídos estudos, revisões literárias e sistemáticas, a partir das fontes Research Gate, Pubmed, Scielo, Bases da USP, e Google Scholar, entre 2007 e 2023.

3. Revisão bibliográfica

3.1. Classificação dos lasers

Os lasers são classificados, em geral, de duas principais formas: a partir da sua frequência e da sua potência. Como dito, o meio ativo é o determinante para a frequência, e geralmente o nomeia:

Os lasers são nomeados de acordo com o meio ativo pelo qual são estimulados. Atualmente, diferentes meios ativos estão disponíveis, sendo sólidos, líquidos ou gasosos, cada meio resulta em um tipo diferente de radiação ou comprimento de onda (...) a qual possui diferentes formas de interação com os diferentes meios e resultam em um tipo diferente de efeito. (JORGE; CASSONI; RODRIGUES, 2010)

Os diferentes meios ativos podem ser sólidos (Rubi), gasosos (CO₂, He-Ne, Ar), semicondutores (Diodo - AsGaAl, AsGa), semi-sólidos (Nd-YAG, Er-YAG, YAP), excímeros (KrF, XeCl) ou líquidos (menos comuns, como rodamina e cumarina - Dy

laser).

Segundo Genovese (2000), os lasers são classificados, além disso, com base na potência de emissão da radiação em três categorias: alta intensidade, média intensidade e baixa intensidade.

Os lasers de alta intensidade, também chamados de lasers cirúrgicos, laser quente, laser duro ou hard laser, emitem radiação de alta potência, o que lhes confere um potencial destrutivo. São utilizados em cirurgias ou para a remoção de tecido cariado, pois possuem ação fototérmica de corte, vaporização, coagulação e esterilização dos tecidos. Os principais tipos de lasers de alta intensidade são Excimer, Argônio, Kriptônio, Dye, Rubi, Família YAG (ítrio-alumínio-granada) e CO.

Os lasers de média intensidade, também conhecidos como mid-laser, emitem radiações com potências intermediárias, sem capacidade destrutiva, sendo amplamente utilizados em fisioterapia. Exemplos desses lasers incluem o laser de Hélio-Neônio (He-Ne) e o Arseniato de Gálio (AsGa).

Os lasers de baixa intensidade, também denominados lasers moles, laser frio, laser terapêutico ou "soft-laser", emitem radiações de baixa potência, sem potencial destrutivo, e possuem ação fotoquímica que promove analgesia, redução da inflamação e bioestimulação tecidual. Alguns exemplos de lasers de baixa intensidade são o He-Ne (Hélio-Neônio) e os lasers de diodo (Arseniato de Gálio - AsGa e Arseniato de Gálio e Alumínio - AsGaAl).

3.2. Dosimetria

A dosimetria refere-se à relação entre a energia transmitida por um laser e a área de irradiação do raio de luz. É expressa em joules por centímetro quadrado (J/cm^2). Essa medida é usada para determinar a dose de tratamento. A maioria dos aparelhos atuais possui um cálculo direto, onde o profissional configura no equipamento a densidade energética (DE) desejada e o aparelho mostra o tempo de exposição com base na potência de emissão e na área irradiada. Segundo Catão (2004), existem alguns parâmetros de valores de densidade energética recomendados para diferentes efeitos desejados, como:

- Efeito antiálgico: 2 a 4 J/cm^2
- Efeito anti-inflamatório: 1 a 3 J/cm^2

- Efeito regenerativo: 3 a 6 J/cm²
- Efeito circulatório: 1 a 3 J/cm²

Ao tratar inflamação, a dose de densidade energética deve ser determinada levando em consideração a natureza da inflamação. Para uma inflamação aguda, doses baixas de 1 a 3 J/cm² são recomendadas, enquanto para inflamações subagudas, doses médias de 3 a 4 J/cm² são utilizadas. No caso de inflamações crônicas, doses mais altas de 5 a 7 J/cm² são necessárias. No entanto, esses parâmetros podem variar de acordo com a resposta do paciente e o tipo de lesão, e devem ser determinados pelo profissional.

3.3. A sutura palatina mediana

De acordo com especialistas, como Ten Cate, Freeman, Dickinson e Wagemans, Van de Velde, Kuijpers-Jagtman, a sutura é definida como um complexo de tecidos celulares e fibrosos localizados entre e ao redor das margens ósseas. É uma articulação fibrosa do tipo sinartrose, caracterizada pela união de dois ossos imóveis, com superfícies articulares opostas, firmemente unidas por tecido conjuntivo fibroso.

O desenvolvimento da face humana ocorre na fase inicial da gestação, entre a quinta e a sétima semanas.

Durante o período de crescimento, os ossos são separados por uma membrana com atividade osteogênica, ocorrendo aposição óssea nesse período. A morte celular programada, conhecida como apoptose, ocorre durante o período embrionário, durante a fusão dos processos palatinos.

Em termos de morfologia microscópica, os seus estudos demonstraram que os principais elementos que compõem as suturas são populações celulares osteocíticas e fibrocíticas, fibras e vasos sanguíneos.

A maxila articula-se com vários ossos cranianos e faciais por meio de suturas, incluindo a sutura palatina mediana. Durante a expansão maxilar, a sutura palatina mediana pode ser deslocada lateralmente. (MALSTRÖM, 2007)

3.4. Expansão e neoformação óssea da sutura palatina mediana

A expansão da maxila com disjunção refere-se a um procedimento ortodôntico que tem como objetivo aumentar a largura da maxila (ossos do palato e das arcadas dentárias superiores). Essa técnica é comumente utilizada para corrigir problemas de má oclusão dentária, principalmente quando há deficiência ou discrepância transversal entre as arcadas dentárias.

A disjunção maxilar é realizada aplicando-se forças mecânicas na região palatina, onde está localizada a sutura palatina mediana.

A expansão rápida da maxila (ERM) é um método amplamente utilizado para corrigir a discrepância transversal, como a atresia maxilar, e existem diferentes métodos para realizar a disjunção palatina, incluindo a utilização de aparelhos ortodônticos fixos, como o expansor palatino do tipo Haas, o expansor Hyrax, Biderman, entre outros, ou ainda o MARPE (Maxillary Skeletal Expander). Esses aparelhos, quando instalados e ativados, aplicam uma força controlada na região palatina, gradualmente separando as bordas ósseas e promovendo a expansão maxilar. (FERREIRA et al., 2016; GARCIA et al., 2016)

Diferentemente dos expansores palatinos tradicionais, que se ancoram em dentes (dentosuportados) ou dentes e região palatina (dentomucosuportados), o MARPE utiliza ancoragem esquelética, por meio de miniparafusos fixados nos ossos maxilares. Esses mini-implantes fornecem ancoragem com significativa estabilidade permitindo que as forças de expansão sejam aplicadas diretamente nos ossos, sem depender da resistência dos demais tecidos. Há também, o MARPE Híbrido, que se apoia em mini-implantes e bandas nos primeiros molares superiores.

A neoformação óssea na sutura palatina mediana refere-se à formação de novo tecido ósseo nesta região. Esse processo ocorre durante o desenvolvimento craniofacial e pode ser estimulado em certas circunstâncias, como a expansão ortopédica maxilar, com qualquer dos tipos de aparelhos citados. A nova formação óssea preenche o espaço criado pela separação das suturas, resultando em um aumento na largura da maxila. Forma-se inicialmente, um tecido conjuntivo conhecido como ligamento interpalatino, que tem a capacidade de se transformar em osso por meio de um processo chamado osteogênese intramembranosa. A osteogênese intramembranosa é um processo de formação óssea direta, no qual as células osteoprogenitoras no tecido conjuntivo diferenciam-se em osteoblastos. Os

osteoblastos sintetizam e depositam matriz óssea, que posteriormente é mineralizada, resultando na formação de novo osso.

Durante a expansão maxilar, a neoformação óssea ocorre principalmente na região central da sutura palatina mediana, onde a separação das bordas ósseas é maior. À medida que a expansão continua, a neoformação óssea preenche gradualmente o espaço entre as bordas ósseas, resultando na consolidação da sutura.

É importante ressaltar que a neoformação óssea na sutura palatina mediana é um processo complexo e dependente de vários fatores, incluindo as forças aplicadas durante a expansão, a idade do paciente e a capacidade de resposta individual do tecido ósseo. Além disso, a qualidade e a quantidade do novo tecido ósseo formado podem variar de pessoa para pessoa.

Durante a disjunção da maxila, ou seja, durante a expansão maxilar, ocorrem várias fases de regeneração óssea. Essas fases são importantes para permitir a expansão e a formação de novo osso nos locais desejados. Aqui estão as fases principais da regeneração óssea durante a disjunção da maxila:

Fase de ativação: Esta é a fase inicial, em que as forças são aplicadas à maxila para iniciar a separação das suturas. Durante essa fase, ocorrem reações inflamatórias nos tecidos ao redor das suturas, estimulando a liberação de substâncias químicas que desencadeiam o processo de regeneração óssea.

Fase de reabsorção óssea: Após a ativação, ocorre uma fase de reabsorção óssea. As células especializadas, chamadas osteoclastos, são ativadas e começam a quebrar e reabsorver o osso nas áreas de tensão. Isso ajuda a criar espaço para a expansão da maxila.

Fase de neoformação óssea: Nesta fase, ocorre a formação de novo osso nas áreas de separação das suturas. As células especializadas chamadas osteoblastos são ativadas e começam a depositar novo osso nos locais onde o osso foi reabsorvido. Esse novo osso preenche o espaço criado pela expansão maxilar.

Fase de remodelação óssea: Após a formação inicial de novo osso, ocorre a fase de remodelação óssea. Nessa fase, os osteoclastos e osteoblastos trabalham juntos para ajustar a forma e a estrutura do novo osso, garantindo que ele se torne adequado para a função e oclusão corretas dos dentes.

Essas fases da regeneração óssea durante a disjunção da maxila são processos contínuos e ocorrem ao longo do tempo à medida que a expansão

prossegue.

Embora eficaz, esse procedimento pode causar dor e desconforto ao paciente, além de exigir um período prolongado de contenção. Nesse contexto, estudos têm explorado a utilização do laser de baixa intensidade como uma abordagem terapêutica para acelerar a regeneração óssea e reduzir o desconforto pós-operatório.

4. Resultados e Discussão

Os artigos selecionados para esta revisão sistemática incluíram estudos experimentais que avaliaram o uso do laser de baixa intensidade na regeneração óssea durante a expansão rápida da maxila.

Os resultados dos estudos mostraram consistentemente que a laserterapia de baixa intensidade teve efeitos estimulatórios significativos na regeneração óssea.

4.1. Facilidade de abertura da sutura palatina

A aceleração da movimentação dentária em ortodontia passa por três fases distintas. Na fase inicial, o dente se desloca na direção da força até atingir os limites do espaço periodontal, causando compressão e tensão na membrana periodontal e desencadeando inflamação. A fase de atraso ocorre quando a hialinização, causada pela compressão da membrana periodontal, leva a uma interrupção no movimento dentário. Na terceira fase, após a remoção do tecido necrótico hialinizado, o movimento dentário começa a acelerar e se torna constante (CIFTER et al., 2019).

O uso da LLLT na aceleração do movimento dentário parece promissor:

Esforços consideráveis foram dedicados ao desenvolvimento de terapias que possam acelerar o movimento dentário, incluindo técnicas como corticotomia e microosteoperfuração. Estudos realizados em modelos animais e humanos já demonstraram que a Terapia com Laser de Baixa Intensidade (LLLT) é uma ferramenta complementar promissora para aprimorar o movimento dentário, exibindo eficácia e segurança comprovadas e, especialmente, sem efeitos colaterais relatados. (DANTAS et al., 2023)

Pretel et al. 2007 conduziram um estudo em ratos para avaliar se a terapia com

laser de baixa intensidade (LLLT) poderia acelerar a consolidação óssea de defeitos criados cirurgicamente. O laser de diodo infravermelho GaAlAs com onda de 830 nm, potência de 35 mW e densidade de 178 J/cm² foi aplicado por 40 segundos em dose única. Os resultados mostraram resposta tecidual avançada e formação óssea no grupo tratado com laser, reduzindo a reação inflamatória inicial e promovendo a formação rápida de nova matriz óssea em 15 e 45 dias. Entretanto, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos em 60 dias.

Em Amini et al. (2015), outra pesquisa realizada em ratos, investigou-se o efeito da irradiação com laser na cicatrização da sutura palatina mediana concomitante à expansão rápida da maxila. Os animais foram submetidos a disjunção em diferentes períodos de tempo (7, 14 e 30 dias). A laserterapia foi realizada por laser de diodo de arsenieto de gálio e alumínio com comprimento de onda de 810 nm e irradiação de 4 J/cm nos dias 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 em 4 pontos (1 ponto labial e 3 pontos palatais). Concluiu-se que a terapia a laser pode aumentar a taxa de osteogênese durante e após a ERM, entretanto a maior eficácia foi observada em 14 e 30 dias, confirmando os efeitos tardios do laser.

Sasaki et al. (2017) conduziram um estudo randomizado controlado (RCT) e demonstraram que o grupo tratado com LLLT apresentou um processo facilitado de abertura da sutura palatina mediana. Essa descoberta é importante, pois pode ajudar a evitar efeitos indesejáveis nos dentes e no osso alveolar.

Outro ensaio clínico, realizado por Üretürk et al. (2017), mostrou a influência da LLLT na movimentação dentária distal de caninos superiores em 15 pacientes. O estudo foi realizado em boca dividida, com um grupo controle e um grupo LLLT. Utilizou-se um laser de diodo com comprimento de onda de 820 nm, potência de 20mW e energia de 5J/cm². O laser foi aplicado durante 10 segundos em cada um dos 5 pontos do lado vestibular e palatino. O grupo LLLT apresentou um movimento dentário 40% maior em comparação com o grupo controle.

Foi analisada também uma meta-análise de Imani et al. (2018), que avaliou o efeito da LLLT na movimentação ortodôntica de caninos humanos. Foram incluídos seis ensaios clínicos randomizados, todos em boca dividida com um grupo LLLT e um grupo controle. Utilizaram-se lasers de diodo com comprimentos de onda entre 810 nm e 940 nm, potências entre 20 mW e 200 mW, doses de energia entre 5 e 8 J/cm², e tempos de aplicação entre 3 e 30 segundos, com intervalos de até 120 dias. A meta-análise concluiu que houve um aumento na velocidade do movimento dentário com o

uso da LLLT, sendo estatisticamente significativo aos 21 dias (91%) e aos 3 meses (82%). Portanto, a LLLT pode acelerar o movimento dentário dos caninos humanos e reduzir o tempo de tratamento.

Alsayed et al. (2017), em um ensaio clínico randomizado, avaliaram a aceleração do movimento dentário dos incisivos superiores em 26 pacientes com irregularidades variando de graves a extremas. Os pacientes foram divididos igualmente em um grupo laser e um grupo controle. Utilizou-se um laser de diodo com comprimento de onda de 830nm, potência de 150 mW e energia de 2 J/cm² em cada um dos 4 pontos, com aplicações de 15 segundos por ponto. As aplicações foram realizadas imediatamente, aos 3, 7, 14 e após o segundo mês, a cada 15 dias até o final do estágio de nivelamento e alinhamento. O grupo laser apresentou uma diminuição de 26% no tempo total de tratamento em comparação com o grupo controle. Concluiu-se que a LLLT é um método eficaz para acelerar o movimento dentário ortodôntico.

Já Nunes (2019) investigou os efeitos do laser de baixa potência na reparação óssea da sutura palatina mediana após a expansão rápida da maxila utilizando aparelhos expansores híbridos. A amostra consistiu em 13 pacientes com idades entre 12 e 21 anos. O laser utilizado foi um diodo semiconductor GaAlAs, seguindo o protocolo 780 nm, infravermelho, 70 mW (0,07 W) de potência, 20s, área do spot de 0,04 cm², 20s, densidade energética de 35 J/cm² irradiância de 1,75 W/ cm², no modo contato e pontual. Tomografias computadorizadas de feixe cônico foram realizadas em dois momentos: antes da instalação do aparelho e quatro meses após o início da disjunção, considerando a aplicação do laser.

Os resultados mostraram que a laserterapia não interferiu significativamente na densidade óssea nessa área, sugerindo uma possível variação nos efeitos da terapia relacionada a diferentes fatores, como potência do laser, dose de irradiação, tempo de exposição e número de sessões. O estudo também apontou que a avaliação da regeneração óssea em um período anterior a 4 meses de retenção seria recomendável para investigações futuras. Uma limitação do estudo foi o tamanho reduzido da amostra, e sugere-se que estudos futuros com amostras maiores sejam realizados para uma avaliação mais abrangente dos efeitos do laser de baixa potência na regeneração óssea após a expansão da maxila.

Revisões sistemáticas também mostraram resultados positivos. Em uma delas, produzida por Cronshaw et al. (2019), sete estudos foram revisados, todos utilizando

LLLT para a movimentação dentária. Foram utilizados lasers de diodo com comprimentos de onda entre 618 nm e 980 nm, potências entre 20 mW e 200 mW, doses de energia entre 0,71 J/cm² e 6,92 J/cm², e tempos de duração entre 15 e 56 segundos. Verificou-se que diferentes parâmetros foram eficazes na aceleração do movimento dentário, com uma média de resultados positivos variando de 20% a 40% em comparação com o grupo controle.

Outra revisão sistemática, realizada por Fini et al. (2020), avaliou onze estudos com um total de 180 participantes. Oito estudos mostraram que a LLLT teve um impacto significativo na aceleração do movimento dentário ortodôntico, enquanto em três estudos não houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo laser e o grupo controle. Todos os estudos utilizaram lasers de diodo com comprimentos de onda entre 780 nm e 940 nm, potências entre 12 mW e 200 mW, doses de energia entre 0,71 J/cm² e 21 J/cm², e tempos de aplicação entre 3 e 30 segundos.

4.2. Processo de reparação óssea

A utilização do laser após a expansão rápida da maxila tem como objetivo reduzir a dor ou desconforto associado a esse procedimento, além de acelerar o processo de reparação óssea. Há muitos anos já é constatado que, em ratos, o osso neoformado apresenta qualidade superior com o uso do laser, em comparação com os casos em que o laser não foi aplicado:

Em conclusão, a irradiação do laser de diodo Ga-Al-As de baixa potência estimulou significativamente a regeneração óssea na sutura palatina mediana durante a expansão rápida da maxila em ratos. Embora estudos adicionais sejam ainda necessários, a introdução da terapia a laser na RPE no tratamento ortodôntico parece ser viável e pode trazer grandes benefícios terapêuticos ao inibir relapsos ou encurtar o período de retenção, ou ambos. (SAITO e SHIMIZU, 1997)

Com a terapia a laser, a reparação óssea ocorreu de forma mais rápida, o que permitiria a redução do tempo de contenção. Para isso, os autores recomendam o uso do laser de baixa intensidade Diodo de Arseniato de Gálio Alumínio, aplicando-o em pontos específicos ao longo da sutura palatina mediana, antes de ativar o expansor, com uma dose de 2 J/cm² por ponto determinado. Durante o período de ativação do expansor, as aplicações devem ser feitas de 2 a 3 vezes por semana, com um

intervalo mínimo de 48 horas entre elas, levando em consideração a sensibilidade individual do paciente. Para promover a reparação óssea, as aplicações devem continuar sendo realizadas duas vezes por semana ao longo de um período de oito semanas.

Segundo Abreu et al. (2010), a laserterapia de baixa potência (LLLT) pode trazer inúmeros benefícios, como reduzir a inflamação, edema e a dor após uma SARPE, como também acelerar um processo de remodelação óssea. A dose de 5 J/cm² tem sido apontada como responsável por mudanças significativas in vitro, porém a dose de 16 J/cm² promove efeito inibitório sobre o crescimento celular em culturas. Em estudos in vivo, envolvendo animais foram utilizadas doses entre 0,04 a 21 J/cm². Para estudos em humanos foram utilizadas doses entre 1,8 a 16 J/cm². Outros estudos, in vitro, observaram o aumento da atividade osteoblástica, vascularização e organização das fibras de colágeno após LLLT, confirmando, assim, o aumento significativo na velocidade de cicatrização do osso.

Esses resultados foram apoiados por outros autores, como Rosa et al. (2016), que também observaram aceleração no processo de reparação óssea com o uso do laser de baixa intensidade em ratos. A irradiação com laser de baixa intensidade foi aplicada em pontos específicos ao longo da trajetória paralela à sutura palatina mediana, antes da ativação do expansor. A dose utilizada foi de 2 J/cm² por ponto determinado. Durante o período de ativação do expansor, as aplicações foram realizadas em 2 a 3 sessões semanais, com um intervalo mínimo de 48 horas entre elas. A continuação das aplicações, visando à regeneração óssea, foi recomendada duas vezes por semana ao longo de oito semanas. Esses autores demonstraram que a laserterapia de baixa intensidade tem efeitos estimulatórios significativos na regeneração óssea da sutura palatina mediana durante a expansão rápida da maxila, em ratos. Além de reduzir o desconforto pós-operatório, a aplicação do laser de baixa intensidade acelerou o processo de reparação óssea, permitindo a diminuição do tempo de contenção.

Um estudo, de Garcia et al. (2016), também apresentou resultados positivos em crianças ao investigar o efeito do uso da LLLT após a ERM. Foram incluídos 9 pacientes com idades entre 6 e 12 anos, divididos em dois grupos: um grupo LLLT ativo e um grupo placebo. Foi utilizado laser com comprimento de onda de 660 nm, potência de 100 mW, e duração de 60 segundos (energia de 12 J/cm²), em quatro pontos ao longo da sutura palatina mediana e 30 segundos (energia de 23 J/cm²)

para cada um dos três pontos ao lado da sutura, totalizando sete pontos. As aplicações foram realizadas nos dias 1, 7, 14, 28, 42, 56 e 70. Após 75 dias, foi observada reorganização diferente na região palatina mediana superior da sutura, com 65% dos pacientes irradiados apresentando áreas intra-sutura aproximadas, em comparação com 53% do grupo não irradiado. Concluiu-se que a LLLT estimula o processo de reparo após a ERM.

Em estudo semelhante, de Garcia et al. (2016), também investigou-se o efeito do uso da LLLT após a ERM. Foram incluídos 9 pacientes com idades entre 6 e 12 anos, divididos em dois grupos: um grupo LLLT ativo e um grupo placebo. Foi utilizado laser com comprimento de onda de 660 nm, potência de 100 mW, e duração de 60 segundos (energia de 12 J/cm²), em quatro pontos ao longo da sutura palatina mediana e 30 segundos (energia de 23 J/cm²) para cada um dos três pontos ao lado da sutura, totalizando sete pontos. As aplicações foram realizadas nos dias 1, 7, 14, 28, 42, 56 e 70. Após 75 dias, foi observada reorganização diferente na região palatina mediana superior da sutura, com 65% dos pacientes irradiados apresentando áreas intra-sutura aproximadas, em comparação com 53% do grupo não irradiado. Concluiu-se que a LLLT estimula o processo de reparo após a ERM.

Ferreira et al. (2016) examinaram os efeitos da LLLT na regeneração óssea da sutura palatina mediana após a ERM, em 14 pacientes com deficiência transversal da maxila, com idades entre 8 e 14 anos. Os pacientes foram divididos em grupos controle e um grupo experimental. Esse último recebeu 12 sessões de LLLT após a ERM com um expansor do tipo Hyrax. O laser utilizado tinha comprimento de onda de 780 nm, potência de 70 mW e energia de 35 J/cm², com duração de 20 segundos por ponto. A LLLT teve efeito positivo na regeneração óssea da sutura palatina mediana, acelerando o processo de reparo.

Ferreira et al. (2016) também avaliaram o efeito da LLLT na sutura palatina mediana após ERM, utilizando-se a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). A LLLT aplicada com potência = 70 mW, comprimento de onda = 780 nm com densidade energética de 35 J / cm² (semelhante a nosso estudo), em 4 pontos da sutura palatina, duas vezes por semana no primeiro mês e uma vez por semana no segundo mês. Após 12 sessões de LLLT, os resultados finais mostraram melhora significativa na regeneração óssea, que foi avaliada através da medição da densidade óptica (DO) da TCFC obtidas em T0: após disjunção e T1: após 4 meses.

Davoudi et al (2018), em um estudo de revisão sistemática que inclui quatro

ensaios clínicos randomizados (RCTs) envolvendo um total de 110 pacientes, relataram o uso do laser como um complemento que favorece sua utilização na RME. A revisão teve como objetivo investigar os efeitos da LLLT em pacientes que foram submetidos à expansão rápida da maxila (ERM) para melhorar o sucesso clínico, a cicatrização de feridas e a regeneração óssea.

Os ensaios incluídos na revisão utilizaram lasers de diodo com comprimentos de onda variando de 660 a 830 nm e potências de saída entre 40 e 100 mW. O tempo de exposição por ponto definido no palato variou de 20 a 84 segundos.

Com base nos estudos disponíveis na revisão, os autores concluem que é preferível utilizar a terapia com laser de baixa potência na fase inicial da RME, pois ela apresenta alguns benefícios ao aumentar a taxa de remodelação óssea. Afirmam também que a terapia com laser de baixa intensidade parece ser uma intervenção promissora para estimular a regeneração óssea imediata e a cicatrização após a expansão da sutura palatina. Os autores colocam, ainda, que são necessários ensaios clínicos randomizados de longo prazo para formular resultados seguros e estabelecer um protocolo clínico confiável, tornando o método aplicável clinicamente.

Cepera et al. (2011) também indicam resultados positivos da LLLT associada à expansão rápida da sutura palatina mediana em 27 crianças, com idades de 8 a 12 anos, divididas em grupo controle (13 crianças) e grupo experimental (14 crianças). Eles observaram que os pacientes que receberam LLLT duas vezes por mês, após atingirem uma ativação adequada do parafuso, apresentaram uma recuperação otimizada da densidade óssea durante o período de retenção. A LLLT estimulou a formação de novo osso, o que pode ajudar a minimizar a recidiva do tratamento.

(...)Um laser de baixa intensidade associado à expansão rápida da maxila proporcionou uma eficiente abertura da sutura palatina mediana e influenciou o processo de regeneração óssea da sutura, acelerando o processo de cicatrização. (CEPERA et al., 2011)

No entanto, são necessárias mais pesquisas para confirmar a eficácia da LLLT durante a fase de retenção da RME. De qualquer forma, os resultados preliminares demonstraram que o grupo experimental, que recebeu terapia com laser de baixa potência, apresentou uma maior taxa de reparação óssea da sutura palatina mediana em comparação ao grupo controle. As imagens radiográficas e tomográficas revelaram um maior fechamento da sutura palatina mediana no grupo experimental.

Além disso, a análise histológica das biópsias ósseas revelou um aumento na densidade e organização das fibras ósseas no grupo experimental.

5. Conclusão

Com base nos resultados obtidos até o momento, podemos concluir que o laser de baixa potência parece ter um efeito positivo na reparação óssea da sutura palatina mediana após a expansão rápida da maxila. A terapia com laser de baixa potência demonstrou promover um maior fechamento da sutura palatina mediana, bem como um aumento na densidade e organização das fibras ósseas. Esses resultados sugerem que o uso do laser de baixa potência pode ser uma estratégia terapêutica promissora para acelerar o processo de reparação óssea após a expansão rápida da maxila. No entanto, são necessários estudos adicionais para confirmar esses resultados, estabelecer um protocolo ideal e investigar os mecanismos subjacentes a esse efeito.

REFERÊNCIAS

CAVALCANTI, Thiago Maciel; CATÃO, Maria Helena Chaves de Vasconcelos; LINS, Ruthinéia Diógenes Alves Uchôa; ALMEIDA-BARROS, Renata Quirino de; FEITOSA, Ana Patrícia Aguiar. Conhecimento das propriedades físicas e da interação do laser com os tecidos biológicos na odontologia. **Anais Brasileiros de Dermatologia**. 2011.

DANTAS, Caroline Maria Gomes Dantas; VIVAN, Carolina Lapaz; DOMINGUEZ, Gladys Cristina; FANTINI, Solange Mongelli; FREITAS, Patrícia Moreira. Light in Orthodontics: Applications of High-Intensity Lasers, Photobiomodulation, and Antimicrobial Photodynamic Therapies in Daily Practice. **Photonics**. 2023.

JORGE, Ana Carolina Tedesco; CASSONI, Alessandra; RODRIGUES, José Augusto. Aplicações dos lasers de alta potência em odontologia. **Revista Saúde**. 2010.

GENOVESE, Walter João. **Laser de baixa intensidade: aplicações terapêuticas em odontologia**. São Paulo: Lovise. 2000.

CATÃO, Maria Helena Chaves de Vasconcelos. **Os benefícios do laser de baixa intensidade na clínica odontológica e na estomatologia**. Revista Brasileira de Patologia Oral. 2004.

CATE, A.R. Ten; FREEMAN, E.; DICKINSON, J.B. Sutural development: Structure and its response to rapid expansion. **American Journal of Orthodontics**. 1977.

WAGEMANS, Paul A.H.M.; VAN DE VELDE, Jan-Paul; KULJPERS-JAGTMAN, Anne M. Sutures- and forces: A review. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**. 1988.

MALSTRÖM, Márcia Ferreira Vasconcelos. Avaliação da neoformação óssea na sutura palatina mediana por meio de radiografia digitalizada após a expansão assistida cirurgicamente. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**. 2007.

FERREIRA, Fabíola Nogueira; GONDIM, Juliana Oliveira; NETO, José Jeová; DOS SANTOS, Pedro César; DE FREITAS PONTES, Karina Matthes; KURITA, Lúcio Mitsuo; DE ARAÚJO, Maria Walderez. Effects of low-level laser therapy on bone regeneration of the midpalatal suture after rapid maxillary expansion. **Lasers Med Sci**. 2016.

GARCIA, Valentin Javier; ARNABAT, J.; COMÉSAÑA, Rafael; KASEM, Khaled; USTRELL, Josep Maria; PASETTO, Stefano; SEGURA, Oscar Pozuelo; CÉSPEDES, Maria Cristina Manzanare; CARVALHO-LOBATO, Patricia. Effect of low-level laser therapy after rapid maxillary expansion: a clinical investigation. **Lasers in medical science**. 2016.

CIFTER, Mushin; CELIKEL, Asuman Deniz Gumru; CIFTER, Ebru Demet; TAGRIKULU, Beyza; OLGAÇ, Vakur; ERDEM, Mehmet Ali; CANKAYA, Abdulkadir

Burak. Comparison of the efficiency of alveolar decortication and low level laser therapy on orthodontic tooth movement and alveolar metabolism in rats. **Journal of Dental Sciences**. 2019.

AMINI, Fariborz; ABADI, Maryam Pirmoradian Najaf; MOLLAEI, Mobina. Evaluating the effect of laser irradiation on bone regeneration in midpalatal suture concurrent to rapid palatal expansion in rats. **Journal of Orthodontic Science**. 2015.

PRETEL, Hermes; LIZARELLI, Rosane F.Z.; RAMALHO, Lizeti T.O. Effect of Low-Level Laser Therapy on Bone Repair: Histological Study in Rats. **Lasers in Surgery and Medicine**. 2007.

SASAKI, Robson Tetsuo; GROSSI, Natália Garrido; ZENI, Rafael Tardeli; SAEZ, Daniel Martinez; GONÇALVES, Ivair Donizeti; SILVA, Marcelo Cavenaghi Pereira da. Effect of Laser Photobiomodulation with Gradual or Constant Doses in the Regeneration of Rats' Mental Nerve After Lesion by Compression. **Photomedicine and Laser Surgery**. 2017.

ÜRETÜRK, Sevin Erol; SARAÇ, Müyesser; FIRATLI, Sönmez; CAN, Şule Batu; GÜVEN, Yegane; FIRATLI, Erhan. The effect of low-level laser therapy on tooth movement during canine distalization. **Lasers in Medical Science**. 2017.

IMANI, Mohammad Moslem; GOLSHAH, Amin; SAFARI-FARAMANI, Roya; SADEGHI, Masoud. Effect of Low-level Laser Therapy on Orthodontic Movement of Human Canine: a Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Clinical Trials. **Acta Informatica Medica**. 2018.

LSAID HASSAN, Mohammad Moaffak A.; SULTAN, Kinda; HAMADAH, Omar. Low-level laser therapy effectiveness in accelerating orthodontic tooth movement: A randomized controlled clinical trial. **Angle Orthodontist**. 2017.

NUNES, Ana Letícia De Bona. **Avaliação do efeito do laser de baixa potência na reparação óssea da sutura palatina mediana após expansão rápida da maxila utilizando aparelhos expansores híbridos: ensaio clínico randomizado**. Dissertação de mestrado ILAPEO. Curitiba. 2019.

CRONSHAW, Mark; PARKER, Steven; ANAGNOSTAKI, Eugenia; LYNCH, Edward. Systematic Review of Orthodontic Treatment Management with Photobiomodulation Therapy. **Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery**. 2019.

FINI, Maryam Baghizadeh; OLYAEE, Pooya; HOMAYOUNI, Ahmadsreza. The Effect of Low-Level Laser Therapy on the Acceleration of Orthodontic Tooth Movement. **Journal of Lasers in Medical Sciences**. 2020.

SAITO, Shiro; SHIMIZU, Noriyoshi. Stimulatory effects of low-power laser irradiation on bone regeneration in midpalatal suture during expansion in the rat. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**. 1997.

ROSA, Cristiane Becher. **Efeito da fotobiomodulação laser ou led na formação óssea após disjunção da sutura palatina mediana**. Tese de pós-graduação em

Odontologia UFPB-UFBA. Salvador. 2014.

DAVOUDI, Amin; AMROLAHI, Maryam; Khaki, Hossein. Effects of laser therapy on patients who underwent rapid maxillary expansion; a systematic review. **Lasers Med Sci.** 2018.

CEPERA, Fernanda; TORRES, Fernando C.; SCANAVINI, Marco A.; PARANHOS, Luiz R.; FILHO, Leopoldino Capelozza; CARDOSO, Mauricio A.; SIQUEIRA, Danieli C. R.; SIQUEIRA, Danilo F. Effect of a low-level laser on bone regeneration after rapid maxillary expansion. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.** 2012.