

Remoção de Tecido Cariado e Tratamento de Lesões de Mancha Branca com Lasers: Revisão Integrativa

Removal of Caried Tissue and Treatment of White Spot Injuries with Lasers:

Integrative Review

Extracción de Tejido Cariado y Tratamiento de Lesiones de Punto Blanco con Láser:

Revisión Integradora

Jefferson Lucas **MENDES**

Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, 58429-500 Araruna – PB, Brasil,
Cirurgião-Dentista pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, 58429-500 Araruna – PB, Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-0379-4101>

Paulina Renata da Silva **PAIVA**
Cirurgiã-Dentista pela Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, 58429-500, Araruna – PB, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-8170-0644>

Marcelo Gadelha **VASCONCELOS**

Professor Doutor do Departamento de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, 58429-500, Araruna – PB, Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-0396-553X>

Rodrigo Gadelha **VASCONCELOS**

Professor Doutor do Departamento de Odontologia da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, 58429-500, Araruna – PB, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-7890-8866>

Resumo

Introdução: A lesão cariosa caracteriza-se por sua etiologia multifatorial e diversas opções de tratamento, de acordo com o grau de evolução. Assim, os *lasers* constituem ferramentas úteis desde a profilaxia e paralização de lesões de mancha branca (LMB) até a remoção do tecido cariado durante o preparo cavitário, a aplicabilidade e vantagens dessa técnica são dúvidas frequentes entre os profissionais. **Objetivo:** elucidar e discutir, por meio de uma revisão integrativa da literatura, o uso do *laser* de alta potência no preparo cavitário, bem como a efetividade do emprego dos *lasers* no tratamento de LMB. **Metodologia:** foi realizada uma revisão da literatura com o objetivo de sintetizar o conhecimento de maneira dinâmica sobre o tema proposto, de forma a transformá-lo em aplicação prática na clínica odontológica. A elaboração do estudo passou por 5 etapas metodológicas: formulação da pergunta que norteou o estudo, busca da literatura para compor a revisão, análise crítica dos estudos encontrados e incluídos na bibliografia, discussão dos resultados e confecção da revisão integrativa. **Resultados:** O *laser* Er,Cr:YSGG é o método que gerou menos desconforto nos pacientes durante o preparo cavitário. Entretanto, o tempo clínico necessário para remoção da lesão cariosa foi maior do que o método convencional. Quanto a efetividade, ambas as técnicas se demonstraram eficazes. Em relação a remineralização de LMB, o *laser* foi eficaz, principalmente, quando empregado associado a um produto com alto teor de flúor. **Conclusão:** Os *lasers* são uma ótima alternativa ao uso convencional de brocas rotatórias, diminuindo os riscos de danos pulpares e oferecendo uma experiência mais atraumática aos pacientes. Além disso, demonstrou-se como um agente complementar na paralização da progressão de lesões cariosas incipientes.

Descritores: Lasers; Restauração Dentária Permanente; Cárie Dentária.

Abstract

Introduction: The carious lesion is characterized by its multifactorial etiology and several treatment options, according to the degree of evolution. Thus, lasers are useful tools from the prophylaxis and paralysis of white spot lesions (BML) to the removal of carious tissue during cavity preparation, the applicability and advantages of this technique are frequent doubts among professionals. **Objective:** to elucidate and discuss, through an integrative literature review, the use of high-power laser in cavity preparation, as well as the effectiveness of the use of lasers in the treatment of LMB. **Methodology:** a literature review was carried out in order to dynamically synthesize knowledge on the proposed topic, in order to transform it into practical application in the dental clinic. The elaboration of the study went through 5 methodological steps: formulation of the question that guided the study, search of the literature to compose the review, critical analysis of the studies found and included in the bibliography, discussion of the results and preparation of the integrative review. **Results:** The Er,Cr:YSGG laser is the method that generated less discomfort in patients during cavity preparation. However, the clinical time required to remove the carious lesion was longer than the conventional method. As for effectiveness, both techniques proved to be effective. Regarding LMB remineralization, the laser was effective, especially when used in association with a product with a high fluoride content. **Conclusion:** Lasers are a great alternative to the conventional use of rotary drills, reducing the risk of pulp damage and offering a more atraumatic experience for patients. In addition, it has been shown to be a complementary agent in halting the progression of incipient carious lesions.

Descriptors: Lasers; Dental Restoration, Permanent; Dental Caries.

Resumen

Introducción: La lesión cariosa se caracteriza por su etiología multifactorial y varias opciones de tratamiento, según el grado de evolución. Así, los láseres son herramientas útiles desde la profilaxis y parálisis de lesiones de manchas blancas (BML) hasta la remoción de tejido cariado durante la preparación de cavidades, la aplicabilidad y ventajas de esta técnica son dudas frecuentes entre los profesionales. **Objetivo:** dilucidar y discutir, a través de una revisión integrativa de la literatura, el uso de láser de alta potencia en la preparación de cavidades, así como la efectividad del uso de láseres en el tratamiento de LMB. **Metodología:** se realizó una revisión bibliográfica con el fin de sintetizar dinámicamente conocimientos sobre el tema propuesto, con el fin de transformarlo en aplicación práctica en la clínica odontológica. La elaboración del estudio pasó por 5 pasos metodológicos: formulación de la pregunta que guió el estudio, búsqueda de la literatura para componer la revisión, análisis crítico de los estudios encontrados e incluidos en la bibliografía, discusión de los resultados y elaboración del integrador. **Resultados:** El láser Er,Cr:YSGG es el método que genera menos molestias en los pacientes durante la preparación de la cavidad. Sin embargo, el tiempo clínico requerido para eliminar la lesión cariosa fue mayor que el método convencional. En cuanto a la efectividad, ambas técnicas demostraron ser efectivas. En cuanto a la remineralización de LMB, el láser fue eficaz, especialmente cuando se utilizó en asociación con un producto con alto contenido de flúor. **Conclusión:** Los láseres son una gran alternativa al uso convencional de fresas rotativas, reduciendo el riesgo de daño pulpar y ofreciendo una experiencia más atraumática para los pacientes. Además, ha demostrado ser un agente complementario en la detención de la progresión de lesiones cariosas incipientes.

Descriptores: Láser; Restauración Dental Permanente; Caries Dental.

INTRODUÇÃO

A cárie dentária é uma doença de etiologia multifatorial, associada aos tecidos duros dentários, seu início e disseminação podem variar de acordo com a localização geográfica e status socioeconômico¹. Segundo a Organização Mundial

da Saúde (OMS), a cárie dentária é a doença não transmissível mais comum em todo o mundo. Na qual, a dieta e a microbiota bucal desempenham papel essencial na progressão da lesão cariosa, sendo a produção de ácido pelo metabolismo microbiano de açúcares e os períodos prolongados

de baixo pH oral, os fatores críticos para a desmineralização dentária². Esta inicia-se, com pequena rugosidade superficial ou desmineralização subsuperficial, progredindo para cavitação. Então, caso não tratada, pode causar envolvimento pulpar, edema, abscesso e sinais e sintomas sistêmicos³.

Atualmente, é crescente entre os profissionais da saúde a preservação dos tecidos biológicos, bem como a preservação de suas funções.⁴ Na odontologia, esse princípio originou à *Odontologia Minimamente Invasiva*, que tem por base um tratamento que preserva a estrutura dental, restabelecendo sua saúde, integridade e função⁵. À vista disso, no tratamento restaurador remove-se apenas camada de dentina demineralizada infectada, deixando apenas a dentina desmineralizada afetada, já que esta é passível de remineralização⁶.

Para tal, existem métodos convencionais ou rotatórios de preparo cavitário baseado em meios mecânicos, principalmente através do uso de brocas. Todavia, eles são frequentemente associados a remoção excessiva de estrutura dentária, ruído, desconforto, corte excessivo de dentina não infectada, dor e medo, principalmente em crianças⁷. Mesmo que a dor possa ser controlada com anestesia local, a punção, medo da agulha, o ruído e a vibração do preparo mecânico continuam sendo desconfortáveis para a maioria dos pacientes. Para mais, essa técnica apresenta o risco de danos pulpares por aumento de temperatura, o que pode gerar desconforto por estimulação térmica⁸.

Ante o exposto, diferentes abordagens terapêuticas em relação às cáries dentárias têm sido discutidas e reconsideradas no intuito de serem mais conservadoras, preservando a estrutura dentária ao remover apenas os tecidos dentários irreversivelmente danificados. Acarretando aumento da longevidade do dente e paralisando o ciclo restaurador repetitivo⁷. A despeito dos métodos mecânicos para remoção de cárie serem técnicas rápidas amplamente aceitas, várias abordagens terapêuticas alternativas têm se mostrado promissoras, como métodos químico-mecânicos, *lasers*, abrasão a ar ou o método restaurador atraumático de fluorescência⁹.

De acordo com Einstein¹⁰, a luz *laser* tem maravilhado o ser humano em cada uma de suas tentativas de viver com mais conforto, com mais saúde e com mais sabedoria. A luz *laser* não é uma luz natural, é produzida pelo homem a partir da emissão estimulada de radiação. Para mais, pode ser utilizada em processos celulares, ora estimulando ora inibindo e até mesmo destruindo componentes.

Os sistemas de ablação a *laser* para remoção de cáries usam comprimentos de onda que atingem uma maior interação com o mineral ou

com conteúdo de água, ou ambos, nos tecidos cariados (a menos que haja ablação mediada por plasma por pulsos ultracurtos). Nos sistemas mais comuns de remoção de tecido cariado, o principal mecanismo de ação é o aquecimento da água na superfície e subsuperfície ocasionando sua expansão, e o tecido é explodido para fora da superfície¹¹. Os sistemas de *laser* mais utilizados para remoção de cárie são o *laser* Er:YAG (*Laser* érbio: granada, ítrio e alumínio) e o *laser* de Er, Cr:YSGG (*Laser* de gálio, escândio, ítrio e granada dopado com cromo e érbio⁷).

Já em relação ao tratamento de manchas brancas, que representa a manifestação mais precoce da cárie dentária, com consequente produção de porosidades subsuperficiais na superfície do dente, a irradiação a *laser* tem sido aplicada nos últimos anos por seu possível efeito de fortalecimento na estrutura dentária. Sendo indicado *lasers* de alta potência, como o *laser* de CO₂, para aumentar a dureza da superfície do esmalte e reduzir sua solubilidade¹².

Perante o exposto, o objetivo deste estudo foi elucidar e discutir, por meio de uma revisão integrativa da literatura, o uso do *laser* de alta potência no preparo cavitário, avaliando diferentes protocolos empregados e os comparando ao método rotatório, bem como a efetividade do emprego dos *lasers* no tratamento de lesões de mancha branca.

METODOLOGIA

O presente estudo constituiu de uma revisão integrativa da literatura com o objetivo de sintetizar o conhecimento de maneira dinâmica sobre o tema proposto, de forma a transformá-lo em aplicação prática na clínica odontológica. A elaboração do estudo passou por 5 etapas metodológicas: formulação da pergunta que norteou o estudo, busca da literatura para compor a revisão, análise crítica dos estudos encontrados e incluídos na bibliografia, discussão dos resultados e confecção da revisão integrativa. Diante das diversas possibilidades e dos muitos protocolos de aplicação do *laser* de alta potência no preparo cavitário, foram eleitas as seguintes perguntas para nortear o presente estudo: qual o melhor protocolo empregado? Há diferença quando comparado ao método convencional?

A coleta de dados foi realizada na base de dados eletrônicos: PubMed, através do rastreamento de artigos relevantes publicados no período de janeiro de 2018 à março de 2022. Para escolha dos artigos, foram empregados os seguintes descritores: Cárie dental (Dental caries), tratamento de cárie dental (Dental Caries Treatment) e *Laser*, foram utilizados os operadores booleanos “AND” e “OR” para filtragem dos artigos relacionados ao tema, utilizando as seguintes combinações: Dental Caries OR Dental Caries Treatment AND *Laser*.

Além disso, lançou-se mão de uma busca manual na lista de referência dos artigos selecionados, os resultados obtidos através da busca foram avaliados e classificados em elegíveis (estudos que apresentaram relevância e tinham possibilidade de ser incluídos na revisão) e não elegíveis (estudos sem relevância, sem possibilidade de inclusão na revisão).

Para escolha dos artigos foram utilizados critérios de inclusão que serviram como filtro para a seleção dos estudos: artigos publicados entre janeiro de 2018 e março de 2022, disponibilidade do texto de forma integral nos idiomas português, inglês ou espanhol e clareza no detalhamento metodológico utilizado. Para exclusão dos artigos foram adotados como critérios: disponibilidade da publicação apenas em forma de resumo, trabalhos que não estivessem dentro dos requisitos estabelecidos na pesquisa (especificação do *laser* utilizado e protocolos utilizados para o preparo cavitário ou tratamento lesões de mancha branca), pesquisas que utilizaram outras ferramentas para realização do preparo cavitário. Na figura 1 pode ser observado o processo de seleção dos artigos.

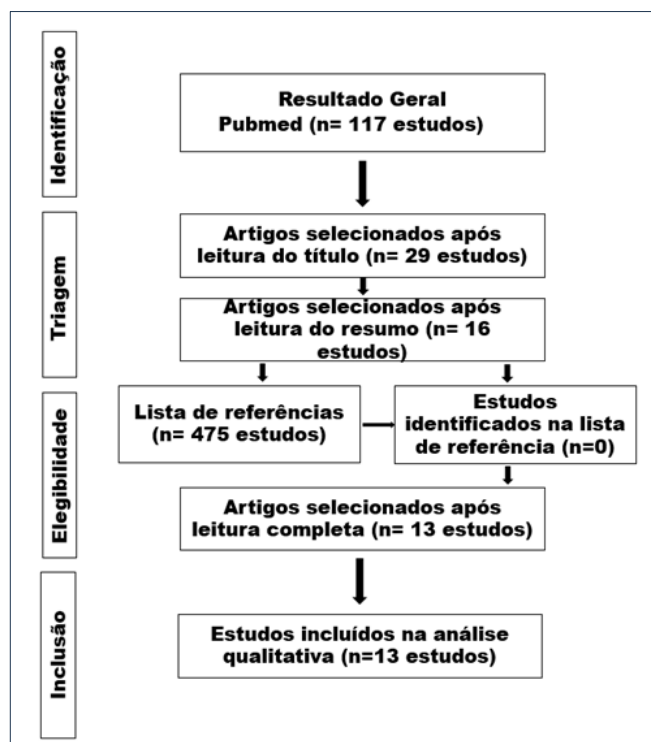


Figura 1. Fluxograma do processo de busca e seleção dos artigos (Fonte: Dados da Pesquisa)

REVISÃO DA LITERATURA

○ Preparo cavitário

No estudo de Sarmandi et al.⁸, avaliou-se a experiência dos pacientes submetidos ao preparo cavitário por meio de dois métodos, com *laser* de Er:YAG e broca associada a um contra ângulo de baixa rotação (método convencional), além de especificar o tempo exigido por cada técnica, bem como avaliações objetivas da qualidade e

durabilidade das restaurações ao longo de um período de dois anos. Assim sendo, este estudo randomizado controlado simples-cego constatou que o tempo clínico do preparo por *laser* foi três vezes maior do que pelo método convencional (13,2 min vs. 4,3 min), entretanto o tratamento convencional foi classificado com valores de desconforto significativamente maiores do que com o *laser* Er:YAG. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as restaurações realizadas com os dois métodos, tanto na qualidade quanto na durabilidade das restaurações em um período de dois anos. Na Figura 2 observa-se um modelo de *laser* Er:YAG. Sendo este, o tipo de *laser* presente na maioria dos estudos incluídos na análise qualitativa.



Figura 2: Laser odontológico - Light Instruments Ltd. - Er:YAG / com carrinho (Fonte: Sarmandi et al.⁸)

Para avaliar e comparar a remoção de cárie por *laser* de Er,Cr:YSGG e o método convencional usando broca rotatória em dentes decíduos, Johar et al.¹³ avaliaram 25 crianças com pelo menos duas lesões de cárie classe I, no qual todos os 50 dentes do estudo receberam tratamento pelo mesmo operador. Sendo o tempo clínico cronometrado e as crianças solicitadas a responder qual método causou menor desconforto, além disso, após a remoção do tecido cariado, o corante de detecção de cárie foi aplicado na cavidade preparada para verificar a eficácia do procedimento. Perpassado o protocolo, inferiu-se que ambos os métodos se demonstraram eficazes para o preparo cavitário, mas todas as crianças apontaram o procedimento com *laser* de Er,Cr:YSGG como o mais confortável, ademais o tempo clínico necessário foi maior do que o método convencional (valores médios de 23,18 segundos e 5,39 segundos).

Dois estudos de revisão sistemática e metanálise realizados por Zhang et al.¹⁴ e Zhang et al.¹⁵, ao avaliarem o que diz a literatura a respeito

do *laser* como ferramenta útil no preparo cavitário, concluíram que a aplicação do *laser* de Er,Cr:YSGG resultou em microinfiltração semelhante à de uma broca convencional independente, do tipo de dente, tipo de cavidade e materiais restauradores. Além disso, apontaram a recomendação do condicionamento ácido, seletivo em esmalte, adjuvante aos adesivos autocondicionantes após preparo com *laser*, no intuito de diminuir microinfiltrações.

Já o estudo *in vitro* de Abbasi et al.¹⁶, avaliou a taxa de recorrência de cáries após preparos cavitários com broca (técnica convencional) e irradiação com *laser* de Érbio:Ítrio-Alumínio-Granada (Er:YAG) através do teste de microdureza. Com isso, concluiu-se que os diferentes métodos de preparo cavitário não influenciam em relação a microdureza, esta, entretanto, foi afetada de acordo com o tipo de substrato (esmalte e dentina), no qual a dentina apresenta menores taxas.

Os achados anteriormente descritos, vão em consonância ao estudo *in vitro* de Kalyoncu et al.¹⁷, que ao testarem 50 amostras de molares decíduos, concluíram que a microinfiltração é menor quando o preparo cavitário é realizado com *laser* associado ao condicionamento ácido (seletivo em esmalte) + sistema adesivo autocondicionante.

De acordo com Cebe et al.¹⁸, o preparo cavitário quando realizado na parede gengival com *laser* de érbio:ítrio-alumínio granada (Er:YAG), não apresenta diferenças significativas quando se compara aos preparos realizados com broca rotatória. Tais resultados foram obtidos por estudo *in vitro* com 10 molares e utilizando sistema adesivo de condicionamento total (Adper Single Bond 2®) e resina composta (Filtek Z250®), ademais verificou-se eficácia na adesão promovida pelo sistema adesivo à dentina após preparo.

Ademais, os estudos de Zhang et al.¹⁵ demonstraram que a utilização do *laser* antes da aplicação de selantes em fôssulas e fissuras é um método seguro, eficaz e altamente aceitável de preparo do esmalte, sendo utilizado como adjuvante ao condicionamento ácido.

○ Tratamento de lesões de mancha branca

A manifestação mais precoce da cárie dentária é a produção de porosidades subsuperficiais que originam a aparência branca leitosa na superfície dentária, definida como lesões de mancha branca (LMB). Tais lesões produzem uma aparência antiestética, e podem progredir para cáries profundas, necessitando de tratamentos mais invasivos. As LMBs podem ser remineralizadas antes das cavitações superficiais através da difusão de íons de flúor, cálcio e fosfato de agentes remineralizantes em sua estrutura, entre outros produtos remineralizantes^{1,12}.

Assim, o estudo de Ahrari et al.¹²,

investigaram os efeitos da irradiação a *laser* associada a agentes fotoabsorventes na microdureza e estrutura superficial de LMB, sendo avaliadas: MI paste Plus (Pasta tópica com cálcio, fosfato e fluoreto de sódio) ou Remin Pro® (Pasta dentária com hidroxiapatita, flúor e xilitol). No qual, concluiu-se que o uso do NaF isolado ou combinado com a com irradiação a *laser* é a estratégia mais eficaz para aumentar a microdureza das LMB. Evidenciou-se também que a aplicação de *laser* de diodo por meio de agentes fotoabsorventes contendo fluoreto de sódio (MI Paste Plus) não produziu efeitos adicionais no aumento da remineralização, enquanto a aplicação combinada de *laser* de diodo com Remin Pro® demonstrou-se eficaz.

Os achados de Yassaei et al.¹⁹ apontaram o uso da Paste Plus® associada ao *laser* de Er:YAG, como o tratamento que propiciou maior aumento na microdureza do esmalte, enquanto o uso do *laser* ou da Paste Plus® de forma isolada não aumentou significativamente a microdureza.

De acordo com os achados de Saafan et al.²⁰, após avaliarem a efetividade antibacteriana do *laser* de diodo de 650 nm, azul de metileno (AM) e nanopartículas de prata (Ag NPs) sobre *Streptococcus mutans* em modelos de cárie induzida por biofilme, reconhece-se que a adição de Ag NPs ao *laser* de diodo e ao AM aumenta sua eficiência antibacteriana contra *S. mutans* em modelos de cárie. Tal fato, representa importante e moderna combinação terapêutica com alto potencial para uso na odontologia preventiva

Paralelamente, Loiola et al.²¹ analisaram o impacto do tratamento com *laser* de CO₂ e flúor fosfato acidulado (FFA) na desmineralização do esmalte e na formação de biofilme, usando desenhos *in vitro* e *in situ*. Para isso, 15 placas de esmalte desmineralizado foram distribuídas em 8 grupos aleatoriamente, já no estudo *in situ* 11 voluntários utilizaram aparelhos palatinos com placas de esmalte desmineralizado por 2 períodos de 14 dias cada. Desse modo, atestaram que o gel de FFA combinado com o *laser* de CO₂, independente do modo de emissão de pulso utilizado, foi eficaz no controle da desmineralização do esmalte, entretanto não apresentou capacidade de prevenir a colonização bacteriana.

Zhao et al.²², investigaram o uso de um novo *laser* de dióxido de carbono de 9,3 µm e diamino fluoreto de prata (DFP) na prevenção da desmineralização do esmalte e inibição de bactérias cariogênicas. Para esse fim, blocos de esmalte foram aplicados com *Laser* (G1), apenas com DFP (G2), *Laser* + DFP (G3) e um grupo sem tratamento (G4), e depois submetidos a um ciclo de pH cariogênico por 8 dias. A profundidade da lesão e a microdureza transversal foram avaliadas e as alterações morfológicas e químicas da superfície

foram estudadas usando microscópio eletrônico de varredura com espectroscopia de dispersão de energia. Dessarte, foi possível constatar que a irradiação com *laser* de CO₂ de 9,3 µm isoladamente pode prevenir a desmineralização do esmalte e reduzir a adesão de bactérias cariogênicas. Além de que, a adição de DFP pode aumentar significativamente o efeito preventivo e a capacidade antibacteriana.

Por fim, a revisão sistemática de Pagano et al.⁹, a respeito do uso de *lasers* na prevenção da cárie dentária, verificou que o *laser* de argônio melhorou significativamente a absorção de flúor nas superfícies do esmalte, assim como o condicionamento ácido realizado em fissuras de esmalte previamente irradiadas por *laser* de CO₂ ou *laser* Er:YAG otimizaram significativamente a retenção dos selantes. Salientou-se ainda a necessidade de mais estudos com maior nível de qualidade metodológica sobre a eficácia dos *lasers* na prevenção da cárie.

RESULTADOS

De um total de 117 artigos com textos completos disponíveis, 104 (88,8%) estudos foram excluídos, nos quais, 65 (62,5%) foram excluídos por não se referirem estritamente ao tema, e 39 (37,5%) foram excluídos devido à falta de padrão metodológico, resultando em um número final de 13 (11,2%) artigos pertinentes para a revisão de literatura. Dos 13 artigos selecionados para análise qualitativa, 07 (53,8%) foram classificados como estudo *in vitro*, 03 (23,1%) foram classificados como revisão sistemática, 02 (15,4%) como ensaio clínico, e 01 (7,7%) como estudo *in vitro* e *in situ*. No que se refere a temática de cada estudo, 7 (53,8%) trata-se do preparo cavitário por meio do *laser* de Érbio e em 6 (46,2%) aborda o tratamento de manchas brancas com *lasers*.

DISCUSSÃO

A técnica mais comumente utilizada para o tratamento da cárie dentária é a remoção mecânica da lesão cariosa por meio de brocas e contra ângulo em baixa rotação, pois representa um método econômico, rápido e de fácil aplicabilidade²². No entanto, este método tem várias desvantagens, como ruídos agudos e vibrações que muitas vezes fazem os pacientes se sentirem desconfortáveis. Ademais, o ruído e as vibrações de um micromotor convencional podem assustar as crianças e levar ao aumento da ansiedade, causando movimentos indesejados da cabeça e do corpo¹².

Posto isto, a técnica de remoção de tecido cariado por meio de *lasers* de érbio representa um método que elimina os efeitos vibratórios dos equipamentos rotatórios, permitindo que os preparos cavitários sejam confortáveis e menos estressantes para os pacientes¹⁷.

Tabela 1. Sumário das principais características dos estudos, sobre preparo cavitário com *laser* de Érbio, elegíveis para análise qualitativa

Cebe et al. ¹⁸	
Tipo de estudo	<i>In vitro</i>
Objetivo	Avaliar as consequências do preparo cavitário com <i>laser</i> Er:YAG (<i>Laser</i> érbio: granada, ítrio e alumínio) na resistência de união promovida por sistema adesivo convencional (condicionamento total) em cáries na parede gengival
Protocolo Clínico/Métodos	10 molares com lesões cariosas proximais foram divididos aleatoriamente em dois grupos. G1: dentina cariada removida com broca, enquanto no G2: removida com o <i>laser</i> de Er:YAG. Os dentes foram restaurados utilizando sistema adesivo de condicionamento total (Adper Single Bond 2®) e resina composta (Filtek Z250®). Cinco dentes de cada grupo foram seccionados para obter amostras de microtração em forma de bastão de 1 mm2 de cada dente. 25 espécimes foram obtidos para cada grupo com uso desta técnica. Para cada técnica de remoção, uma amostra foi analisada por microscopia eletrônica de varredura (MEV)
Principais Resultados	Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre a resistência de união nos preparos com <i>laser</i> Er:YAG e os grupos tratados com broca (P > 0,05)
Conclusão	O tratamento com <i>laser</i> de Er:YAG não afetou negativamente no desempenho de união do sistema adesivo de condicionamento total à dentina afetada por cárie na parede gengival
Abbasi et al. ¹⁶	
Tipo de estudo	<i>In vitro</i>
Objetivo	Avaliar a taxa de cárie recorrente após preparos cavitários com broca (técnica convencional) e irradiação com <i>laser</i> de Érbio, por meio do teste de microdureza
Protocolo Clínico/Métodos	72 molares extraídos divididos aleatoriamente em 3 grupos e cavidades classe V foram preparadas sobre eles com 3 métodos diferentes: G1 broca convencional, G2 irradiação com <i>laser</i> Er:YAG e G3 irradiação com <i>laser</i> + tratamento de superfície com <i>laser</i> . Para o condicionamento da superfície foram utilizados os seguintes parâmetros de tratamento a <i>laser</i> : frequência de 10 Hz; energia de 50 mJ; potência de 0,5 W e duração de pulso de 230 µs. Os espécimes foram imersos em solução de cárie artificial com pH de 2,0 e 5,0 (por 12 dias) e em seguida imersos em solução remineralizante com pH de 7,0 (25 dias). Os corpos de prova foram seccionados longitudinalmente e microdureza foi determinada (Vickers)
Principais Resultados	Não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os métodos de preparo por brocas e apenas por irradiação com <i>laser</i>
Conclusão	Devido aos valores semelhantes de microdureza em G1 e G2, o <i>laser</i> de Érbio sozinho é tão eficaz quanto a broca convencional na prevenção de cáries recorrentes. Devido aos altos preços dos instrumentos a <i>laser</i> , os preparos cavitários com brocas podem ser feitos normalmente
Kalyoncu et al. ¹⁷	
Tipo de estudo	<i>In vitro</i>
Objetivo	Examinar a taxa de microinfiltração em restaurações classe V em molares decíduos, preparadas por broca convencional ou <i>laser</i> de Érbio, bem como avaliar a influência de 2 diferentes sistemas adesivos
Protocolo Clínico/Métodos	Avaliou-se a microinfiltração de cavidades classe V de molares decíduos preparados por uma broca convencional ou <i>laser</i> Er:YAG; utilizando dois sistemas adesivos diferentes (GC Unifill-autocondicionante® e Prime&Bond/NT-convencional®). Para isso, um total de 50 amostras de dentes molares decíduos foram utilizados. Eles foram distribuídos aleatoriamente em cinco grupos experimentais com 10 amostras cada, de acordo com a técnica de preparo cavitário e o tipo de sistema adesivo aplicado nas cavidades. Após as etapas de preparo cavitário, protocolo adesivo e restauração, as amostras foram coradas com fucsina básica e seccionadas longitudinalmente na direção vestibulo-lingual. As porcentagens de penetração do corante nas margens gengival e oclusal foram calculadas para cada grupo
Principais Resultados	Os escores de microinfiltração das margens gengivais foram significativamente maiores do que das margens oclusais. O grupo submetido aos procedimentos de preparo a <i>laser</i> e utilização de sistema adesivo autocondicionante apresentou menores escores de microinfiltração para as margens gengivais
Conclusão	Os sistemas adesivos autocondicionantes e o preparo cavitário com <i>laser</i> de Érbio podem ser alternativas à restauração convencional de molares decíduos com compômeros. Mais estudos são necessários para esclarecer completamente o efeito das diferentes técnicas de ataque

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 1 (continuação). Sumário das principais características dos estudos, sobre preparo cavitário com *laser* de Érbio, elegíveis para análise qualitativa

Sarmadi et al. ⁸	
Tipo de estudo	Ensaio Clínico Controlado Randomizado
Objetivo	Avaliar a experiência dos pacientes durante o preparo cavitário por meio de dois métodos: <i>laser</i> de Érbio e broca convencional; assim como verificar o tempo exigido pelos métodos, a qualidade e durabilidade das restaurações durante um período de dois anos
Protocolo Clínico/Métodos	Para isso, foram recrutados 25 pacientes com idades entre 15 e 40 anos com pelo menos duas lesões primárias de cárie, avaliadas radiograficamente e apresentando o mesmo tamanho. Em cada paciente, um preparo foi realizado com broca e outro com a técnica do <i>laser</i> Er:YAG. O tempo necessário para o procedimento, foi mensurado durante os tratamentos. As experiências dos pacientes foram medidas por meio de questionários. A qualidade e durabilidade das restaurações foram avaliadas durante um período de dois anos de acordo com os critérios modificados de Ryges e através de radiografias
Principais Resultados	Os pacientes associaram o método a <i>laser</i> ao menor desconforto. O tempo médio do preparo cavitário com <i>laser</i> foi três vezes maior do que por broca (13,2 min vs. 4,3 min, P <0,0001). Ao longo de um período de dois anos, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas em relação à qualidade ou durabilidade entre as restaurações associadas aos métodos
Conclusão	A técnica do <i>laser</i> de Érbio apresentou um tempo clínico maior do que o método com broca. Apesar disso, a técnica a <i>laser</i> causou menos desconforto e foi preferida como método de preparo cavitário pelos pacientes
Johar et al. ¹³	
Tipo de estudo	Ensaio Clínico
Objetivo	Avaliar e comparar a realização do preparo cavitário por meio do <i>laser</i> de Érbio e o método convencional em dentes decíduos
Protocolo Clínico/Métodos	Foram incluídas 25 crianças com pelo menos duas lesões de cárie classe I em dentes decíduos. No qual todos os 50 dentes do estudo receberam tratamento pelo mesmo operador. O tempo clínico para a remoção da cárie foi registrado usando um cronômetro, e a avaliação da dor foi feita por meio da Escala de Avaliação da Dor de Wong Baker e da Escala Visual Analógica antes e após o procedimento. Após a remoção do tecido cariado, o corante de detecção de cárie foi aplicado na cavidade preparada para verificar a eficácia do procedimento. Além disso, após a conclusão do tratamento, cada criança foi solicitada a indicar qual método de remoção de cárie foi mais confortável, o <i>laser</i> de Érbio ou a broca convencional
Principais Resultados	A maioria das crianças apontaram a remoção de cárie com <i>Laser</i> como o método que gerou menos desconforto. Entretanto, o tempo clínico necessário para remoção da lesão cariada foi maior do que o método convencional. Quanto a efetividade, ambas as técnicas foram eficazes
Conclusão	O <i>Laser</i> de Érbio é uma ferramenta aceitável para remoção de cárie em dentes decíduos. A maioria das crianças apontaram a técnica como mais confortável do que o método convencional, entretanto o tempo necessário para o preparo foi maior
Zhang et al. ¹⁴	
Tipo de estudo	Revisão sistemática e metanálise
Objetivo	Avaliar os efeitos clínicos do preparo a <i>laser</i> em comparação com outros tipos de preparo químico ou mecânico de superfícies dentárias utilizados na colocação de selantes de fissuras
Protocolo Clínico/Métodos	Busca sistemática da literatura até janeiro de 2019, através do Pubmed, Scopus, Medline/EMBASE via OVID e da biblioteca Cochrane. Apenas ensaios clínicos randomizados foram incluídos
Principais Resultados	Cinco estudos foram incluídos na revisão sistemática e três foram incluídos na meta-análise. Todos os estudos usaram o ataque ácido como comparador aos <i>lasers</i> . Três estudos avaliaram os efeitos clínicos de selantes de fissura colocados por ácido ou ataque a <i>laser</i> , um comparou ataque ácido versus <i>laser</i> combinado com ataque ácido e um investigou a influência dos <i>lasers</i> nos parâmetros objetivos e subjetivos do estresse durante a aplicação do selante em crianças. A meta-análise não mostrou diferença significativa entre a preparação a <i>laser</i> e a preparação convencional de condicionamento ácido. Um estudo relatou que a preparação a <i>laser</i> como adjuvante ao ataque ácido aumentou a taxa de retenção. Nenhuma diferença significativa na incidência de cárie foi relatada
Conclusão	Sugere-se que os <i>lasers</i> podem ser um método de pré-tratamento eficaz. Ademais, tal técnica apresenta taxa de retenção semelhante quando comparada ao condicionamento ácido convencional

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 1 (continuação). Sumário das principais características dos estudos, sobre preparo cavitário com *laser* de Érbio, elegíveis para análise qualitativa

Zhang et al. ¹⁵	
Tipo de estudo	Revisão sistemática e metanálise
Objetivo	Primeira revisão sistemática e metanálise a comparar a microinfiltração de cavidades preparadas por <i>lasers</i> de Érbio com brocas convencionais. Além disso, o efeito do condicionamento ácido no potencial de adesão dos adesivos autocondicionantes foi avaliado após a preparação a <i>laser</i>
Protocolo Clínico/Métodos	Busca eletrônica foi realizada no Pubmed, EBSCO, Embase e no Cochrane Controlled Register of Trials (CENTRAL). A metanálise incluiu um total de 11 estudos
Principais Resultados	Não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos tratados com <i>laser</i> e os com brocas, em termos de incidência de microinfiltração. Já os adesivos autocondicionantes, em combinação com o condicionamento ácido prévio (seletivo em esmalte), apresentaram menor taxa de microinfiltração do que aqueles sem condicionamento ácido nas cavidades preparadas a <i>laser</i>
Conclusão	Os estudos atuais não suportam os efeitos benéficos dos preparos com <i>laser</i> no que tange a microinfiltração. O ataque ácido adicional (em esmalte) com adesivos autocondicionantes é recomendado após preparos com <i>laser</i> de Érbio
Ahrari et al. ¹²	
Tipo de estudo	<i>In vitro</i>
Objetivo	Avaliar os efeitos da irradiação a <i>laser</i> associada a agentes fotoabsorventes contendo fluoreto de sódio (NaF), pasta MI Plus ou Remin Pro® na microdureza e estrutura superficial de lesões de mancha branca (LMBs).
Protocolo Clínico/Métodos	56 pré-molares foram divididos em duas metades e imersos em solução desmineralizante. As amostras foram divididas em 8 grupos por tratamento (n=12): G1 controle, G2 <i>laser</i> de diodo (810 nm, 500 mW, 90 s), G3 NaF, G4 Paste plus®, G5 Remin Pro®, G6 NaF + <i>Laser</i> , G7 MI Paste Plus + <i>Laser</i> , G8 Remin Pro® + <i>Laser</i> . A microdureza foi medida antes e após os tratamentos de remineralização
Principais Resultados	A microdureza aumentou significativamente após todos os tratamentos com exceção dos grupos controle, <i>Laser</i> e Remin Pro® (p>0,05).
Conclusão	O uso de NaF sozinho ou combinado com irradiação a <i>laser</i> foi a estratégia mais eficaz para aumentar a microdureza do esmalte. A aplicação de <i>laser</i> de diodo por meio de agentes fotoabsorventes contendo fluoreto de sódio ou Paste Plus® não produziu efeitos adicionais no aumento da remineralização, enquanto a aplicação combinada de <i>laser</i> de diodo com Remin Pro® foi eficaz
Saafan et al. ²⁰	
Tipo de estudo	<i>In vitro</i>
Objetivo	Avaliar a competência antibacteriana do <i>laser</i> de diodo de 650 nm, azul de metileno (AM) e nanopartículas de prata (Ag NPs) sobre <i>Streptococcus mutans</i> em modelos de cárie induzida por biofilme
Protocolo Clínico/Métodos	Avaliou-se a eficiência antibacteriana do uso de <i>laser</i> de diodo de 650 nm, azul de metileno (AM) e nanopartículas de prata (Ag NPs) sobre <i>Streptococcus mutans</i> em modelos de cárie induzida por biofilme. 180 espécimes foram preparados e divididos igualmente em 6 grupos. Um grupo não foi tratado (controle), e os outros foram submetidos a AM; <i>laser</i> ; Ag NPs; combinação de AM e <i>Laser</i> e combinação de AM, <i>laser</i> e Ag NPs
Principais Resultados	A combinação de AM, <i>laser</i> e Ag NPs registrou a maior redução (95,28%). AM sozinho representou o menos eficaz (74,09%) na redução bacteriana
Conclusão	A combinação de AM, <i>laser</i> de diodo de 650 nm e Ag NPs pode estar entre as terapêuticas antinicrobianas modernas altamente eficazes na odontologia, com capacidade de tratar e remineralizar lesões de mancha branca
Loiola et al. ²¹	
Tipo de estudo	<i>In Vitro/In Situ</i>
Objetivo	Avaliar o impacto do tratamento com <i>laser</i> de CO ₂ e fluoreto fosfato acidulado (FFA) na desmineralização do esmalte e na formação de biofilme, usando desenhos <i>in vitro</i> e <i>in situ</i>
Protocolo Clínico/Métodos	No estudo <i>in vitro</i> 15 placas de esmalte desmineralizado foram submetidas a um regime de ciclagem de pH por 14 dias, tanto no grupo placebo quanto no grupo tratado com <i>laser</i> de CO ₂ e fluoreto fosfato acidulado. Já na pesquisa <i>in situ</i> , 11 voluntários usaram aparelhos palatinos com placas de esmalte desmineralizado por 2 períodos de 14 dias cada
Principais Resultados	Todos os tratamentos aumentaram a microdureza do esmalte desmineralizado. Já a análise microbiológica não mostrou diferença nas contagens de <i>Streptococcus mutans</i> ou <i>Lactobacillus</i> entre os grupos
Conclusão	O gel de flúor fosfato acidulado combinado com o <i>laser</i> de CO ₂ , independente do modo de emissão de pulso utilizado, foi eficaz no controle da desmineralização do esmalte, mas nenhum dos tratamentos testados foi capaz de prevenir a colonização bacteriana

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 1 (continuação). Sumário das principais características dos estudos, sobre preparo cavitário com *laser* de Érbio, elegíveis para análise qualitativa

Pagano et al. ⁹	
Tipo de estudo	Revisão sistemática
Objetivo	Avaliar a eficácia dos <i>lasers</i> (em parâmetros subablativos) na redução da incidência de cárie em comparação com as intervenções profiláticas tradicionais (IPTs) quando usados isoladamente ou em conjunto com outros IPTs, como selante de fôssulas e fissuras ou géis ou vernizes fluoretados
Protocolo Clínico/Métodos	Em todos os nove estudos, os <i>lasers</i> foram empregados com parâmetros subablativos, com baixo nível de fluência variando de 10 J/cm ² a 85 J/cm ² . Em três estudos foi adotado o <i>laser</i> de CO ₂ ; em dois estudos foi utilizado o <i>laser</i> (Nd:YAG); em outro estudo foi empregado o <i>laser</i> de argônio (duas publicações); em um estudo foi utilizado o <i>laser</i> (Er:YAG) e nos dois últimos estudos, foi utilizado o <i>laser</i> (Er, Cr:YSGG). Para apoiar o uso de intervenções profiláticas a <i>laser</i> , outras intervenções foram adotadas nos estudos incluídos, como gel ou espuma de fluoreto de fosfato acidulado, selante de resina de fâssulas e fissuras de esmalte, verniz fluoretado
Principais Resultados	Apenas os <i>lasers</i> utilizados em associação a selantes foram eficazes. Além disso, o <i>laser</i> de argônio melhorou significativamente a absorção de flúor nas superfícies do esmalte
Conclusão	Apesar de algumas indicações positivas, foi encontrado um nível de evidência inadequado nos estudos incluídos sobre a eficácia dos <i>lasers</i> na prevenção da cárie. Mais estudos com maior nível de qualidade metodológica são necessários
Yassaei et al. ¹⁹	
Tipo de estudo	<i>In vitro</i>
Objetivo	Avaliar o efeito do <i>laser</i> Er:YAG e da MI Paste Plus® no tratamento de lesões de mancha branca
Protocolo Clínico/Métodos	Um total de 65 pré-molares extraídos devido ao tratamento ortodôntico foram avaliados. Para criar lesões de esmalte, os dentes foram colocados em uma solução desmineralizante. Então, os dentes foram divididos aleatoriamente em cinco grupos (n=13) da seguinte forma: G1: controle; G2: saliva; G3: pasta remineralizante (paste plus®) G4: <i>laser</i> Er:YAG; e G5: Paste Plus em conjunto com o <i>laser</i> Er:YAG. Os dentes foram mantidos em saliva artificial entre os processos de tratamento. A saliva artificial foi substituída diariamente por saliva artificial fresca
Principais Resultados	A microdureza foi significativamente maior no G5 (pasta remineralizadora + <i>laser</i>). Entretanto, o uso do <i>laser</i> ou da Paste Plus® isoladamente não aumentou significativamente a microdureza
Conclusão	A aplicação combinada do <i>laser</i> Er:YAG e Paste Plus® demonstrou-se eficaz no tratamento de manchas brancas criadas artificialmente
Zhao et al. ²²	
Tipo de estudo	Revisão Sistemática
Objetivo	Avaliar os efeitos do <i>laser</i> CO ₂ de 9,3 µm e do diamino fluoreto de prata (DFP) na prevenção da desmineralização do esmalte e na inibição de bactérias cariogênicas
Protocolo Clínico/Métodos	Blocos de esmalte desmineralizados foram tratados com: G1 <i>Laser</i> CO ₂ ; G2 DFP; G3 <i>Laser</i> CO ₂ + DFP e G4 sem tratamento. A profundidade da lesão e a microdureza transversal foram avaliadas. As alterações morfológicas e químicas da superfície foram estudadas usando microscópio eletrônico de varredura (MEV) com espectroscopia de dispersão de energia (EDS). Para a atividade antibacteriana, os blocos de esmalte tratados foram incubados com <i>Streptococcus mutans</i> . A morfologia, cinética e viabilidade do biofilme foram avaliadas por MEV, unidades formadoras de colônias (UFCs) e microscópio confocal de varredura a <i>laser</i> (CLSM), respectivamente
Principais Resultados	O grupo 3 teve uma microdureza transversal significativamente maior do que os outros três grupos. O G4 apresentou a menor razão molar cálcio-fósforo entre os grupos (p < 0,001), além disso gerou maior acúmulo de bactérias nas superfícies do esmalte
Conclusão	A irradiação com <i>laser</i> de CO ₂ de 9,3 µm isoladamente pode prevenir a desmineralização do esmalte e reduzir a adesão de bactérias cariogênicas. Além disso, a adição de DFP pode aumentar significativamente o efeito preventivo e a capacidade antibacteriana

Fonte: Dados da Pesquisa

Tal assertiva vai em consonância com os resultados do presente trabalho que indicam que na maioria dos estudos consultados, os pacientes relataram menos desconfortos quando a remoção da cárie era realizada com *laser* Er,Cr:YSGG.

Segundo Malekafzali et al.²³, a remoção do tecido cariado usando a tecnologia a *laser* leva em média três vezes mais tempo do que o procedimento com instrumentos rotatórios. Tal resultado está de acordo com demais estudos consultados os quais mostram que o preparo cavitário utilizando o método a *laser* demora de duas a três vezes mais, quando comparado ao método tradicional. Entretanto, os estudos de Sarmadi et al.⁸ e Zhang et al.¹⁴ inferiram que a necessidade de anestesia local no método a *laser* é menor do que com o convencional.

Em relação ao risco de microinfiltração, de acordo com Oz et al.²⁴, o processo de ablação a *laser* produz uma superfície dental irregular, áspera e úmida com túbulos dentinários expostos, hastes de esmalte intactas e sem *smear layer*, o que é mais propício para adesão de materiais restauradores adesivos.

Todavia, a fusão do esmalte, trincas mínimas e superfícies resistentes aos ácidos criadas pela irradiação durante o preparo pode interferir no processo de adesão, principalmente com adesivos autocondicionantes ultra suaves. Além de que, a ablação de dentina pode fundir as fibrilas de colágeno e reduzir os espaços interfibrilares, limitando assim a penetração de adesivos e das resinas compostas.¹⁵

O *laser* de CO₂ é eficaz em alterar a composição química e a morfologia do substrato irradiado, tornando-o mais resistente ao ácido. Tal efeito está relacionado ao aumento da temperatura da superfície irradiada, acarretando diminuição da permeabilidade e solubilidade do esmalte, além da desnaturação parcial da matriz orgânica.²⁵

No que tange a utilização de *lasers* como ferramentas no tratamento de lesões de mancha branca (LMBs), segundo Yassaei et al.¹⁹, apenas o uso simultâneo do *laser* Er:YAG e MI Paste Plus® nas profundidades de 50 e 150 µm são capazes de promover aumento na microdureza do esmalte desmineralizado. Ademais, a aplicação do *laser* Er:YAG isoladamente não aumenta a microdureza do esmalte. Já Ahrari et al.¹² depreendem que a aplicação de *laser* de diodo por meio de agentes fotoabsorventes contendo fluoreto de sódio ou MI Paste Plus® não produz efeitos adicionais no aumento da remineralização de esmalte.

Outrossim, há redução do pH crítico de dissolução do esmalte para 4,8 após irradiação com *laser* de CO₂. Caso o flúor esteja presente na superfície irradiada, o ponto de pH crítico é reduzido ainda mais para 4,3, dificultando a formação ou progressão da cárie quando ambos os tratamentos são combinados.²¹

Os achados anteriores são condizentes com os de Mohan et al.²⁶, estes demonstraram um aumento no conteúdo mineral quando a irradiação com *laser* de CO₂ foi realizada antes e após a

aplicação da pasta Remin Pro® na superfície do esmalte, no tratamento de LMBs. Remin Pro® é um creme à base de água que contém três componentes: hidroxiapatita, 1450 ppm de flúor e xilitol como substituto do açúcar com propriedades cariostáticas. Entretanto, no estudo de Ahrari et al.¹², este produto isoladamente não demonstrou aumento significativo na microdureza do esmalte, não conseguindo assim inativar a lesão de mancha branca.

Baseado na revisão sistemática de Pagano et al.⁹ é possível afirmar que o *laser* subablativo quando utilizado em dentes permanentes como intervenção profilática contra a cárie, é clinicamente eficaz apenas se usado em associação com selante ou gel fluoretado. Neste sentido, o *laser* quando combinado com vernizes e géis fluoretados, aumenta em até 4 vezes a captação de flúor, acarretando maior eficácia contra a cárie, tornando-se uma possibilidade teórica de limitar tanto a dosagem quanto o número de visitas ao cirurgião-dentista necessárias para a administração de flúor. A absorção do flúor afeta sua ação clínica positiva, aumentando o teor de esmalte da fluorapatita, tornando-o mais resistente à desmineralização ácida.²⁷

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante anos, novas técnicas foram desenvolvidas como alternativas às brocas convencionais, das quais a aplicação de *lasers* a base de érbio ganhou aceitação cada vez mais ampla. Devido ao seu mecanismo específico, o *laser* Er,Cr:YSGG pode cortar esmalte e dentina de forma eficaz, com menos vibração, ruído agudo e dor para os pacientes durante o preparo cavitário. Portanto, constitui-se como uma ótima ferramenta, principalmente, para pacientes que evitam o tratamento devido os ruídos e desconforto desencadeados pelas brocas, assim o método a *laser* possibilita um tratamento alternativo com eficácia.

Outrossim, evidenciou-se que a utilização concomitante de produtos fluoretados com o *laser* Er:YAG apresenta ótimos resultados no aumento da microdureza do esmalte dentário, bem como na redução da adesão do biofilme bacteriano. Desse modo, demonstra-se alta capacidade para o tratamento de lesões de mancha branca.

Em suma, o uso do *laser* na profilaxia faz parte de uma visão muito moderna da odontologia, baseada na prevenção ao invés de tratamentos reparadores da cárie, como é recomendado pelas mais importantes sociedades científicas da área. Todavia, quando já instalado o processo carioso, o *laser* de Érbio caracteriza uma opção viável e com resultados equiparáveis ao uso das brocas convencionais em relação a descontaminação,

assim como no nível de adesão obtido pelos agentes restauradores.

REFERÊNCIAS

1. Hon L, Mohamed A, Lynch E. Reliability of colour and hardness clinical examinations in detecting dentine caries severity: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*. 2019;9(1):6533.
2. Gannam CV, Chin KL, Gandhi RP. Caries risk assessment. *Gen Dent*. 2018;66(6):12-17
3. Rathee M, Sapra A. Dental Caries. 2023 Jun 21. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026
4. Dorri M, Martinez-Zapata MJ, Walsh T, Marinho VC, Sheiham Deceased A, Zaror C. Atraumatic restorative treatment versus conventional restorative treatment for managing dental caries. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;12(12):CD008072
5. Maru VP, Shakuntala BS, Nagarathna C. Caries Removal by Chemomechanical (Carisolv™) vs. Rotary Drill: A Systematic Review. *Open Dent J*. 2015;9:462-72.
6. AlHumaid J, Alagl AS, Bedi S. Effect of Erbium Laser on Microtensile Bond Strength of Fissure Sealant in Primary Teeth: An *in vitro* Study. *Saudi J Med Med Sci*. 2018;6(1):27-31
7. Cardoso M, Coelho A, Lima R, Amaro I, Paula A, Marto CM, Sousa J, Spagnuolo G, Marques Ferreira M, Carrilho E. Efficacy and Patient's Acceptance of Alternative Methods for Caries Removal-a Systematic Review. *J Clin Med*. 2020;9(11):3407.
8. Sarmadi R, Andersson EV, Lingström P, Gabre P. A Randomized Controlled Trial Comparing Er:YAG Laser and Rotary Bur in the Excavation of Caries - Patients' Experiences and the Quality of Composite Restoration. *Open Dent J*. 2018;12:443-454
9. Pagano S, Lombardo G, Orso M, Abraha I, Capobianco B, Cianetti S. Lasers to prevent dental caries: a systematic review. *BMJ Open*. 2020;10(10):e038638.
10. Einstein A. Zur Quantentheorie der Strahlung. *Physiol Z*. 1917;1(18):121-128.
11. Montedori A, Abraha I, Orso M, D'Errico PG, Pagano S, Lombardo G. Lasers for caries removal in deciduous and permanent teeth. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;9(9):CD010229.
12. Ahrari F, Mohammadipour HS, Hajimomenian L, Fallah-Rastegar A. The effect of diode laser irradiation associated with photoabsorbing agents containing remineralizing materials on microhardness, morphology and chemical structure of early enamel caries. *J Clin Exp Dent*. 2018;10(10):e955-e962.
13. Johar S, Goswami M, Kumar G, Dhillion JK. Caries removal by Er,Cr:YSGG laser and Air-rotor handpiece comparison in primary teeth treatment: an *in vivo* study. *Laser Ther*. 2019;28(2):116-122.
14. Zhang Y, Wang Y, Chen Y, Chen Y, Zhang Q, Zou J. The clinical effects of laser preparation of tooth

- surfaces for fissure sealants placement: a systematic review and meta-analysis. BMC Oral Health. 2019;19(1):203.
15. Zhang Y, Chen W, Zhang J, Li Y. Does Er,Cr:YSGG reduce the microleakage of restorations when used for cavity preparation? A systematic review and meta-analysis. BMC Oral Health. 2020;20(1):269.
16. Abbasi M, Nakhostin A, Namdar F, Chiniforush N, Hasani Tabatabaei M. The Rate of Demineralization in the Teeth Prepared by Bur and Er:YAG Laser. J Lasers Med Sci. 2018;9(2):82-86.
17. Kalyoncu IO, Eren-Giray F, Huroglu N, Egil E, Tanboga I. Microleakage of Different Adhesive Systems in Primary Molars Prepared by Er: YAG Laser or bur. Niger J Clin Pract. 2018;21(2):242-247.
18. Cebe F, Bulbul M, Simsek I, Cebe MA, Ozturk B. Effect of Erbium:yttrium aluminum garnet laser on bond strength of a total-etch adhesive system to caries-affected dentin on gingival wall. Niger J Clin Pract. 2017;20(6):734-740.
19. Yassaei S, Motallaei MN. The Effect of the Er:YAG Laser and MI Paste Plus on the Treatment of White Spot Lesions. J Lasers Med Sci. 2020;11(1):50-55.
20. Saafan A, Zaazou MH, Sallam MK, Mosallam O, El Danaf HA. Assessment of Photodynamic Therapy and Nanoparticles Effects on Caries Models. Open Access Maced J Med Sci. 2018;6(7):1289-1295.
21. Loiola ABA, Aires CP, Curylofo-Zotti FA, Rodrigues Junior AL, Souza-Gabriel AE, Corona SAM. The Impact of CO₂ Laser Treatment and Acidulated Phosphate Fluoride on Enamel Demineralization and Biofilm Formation. J Lasers Med Sci. 2019;10(3):200-206.
22. Zhao IS, Xue VW, Yin IX, Niu JY, Lo ECM, Chu CH. Use of a novel 9.3-µm carbon dioxide laser and silver diamine fluoride: Prevention of enamel demineralisation and inhibition of cariogenic bacteria. Dent Mater. 2021;37(6):940-948.
23. Malekafzali B, Asnaashari M, Javadi F. Comparison of marginal microleakage of flowable composite restorations in primary canine teeth prepared with high-speed diamond bur, Er:YAG laser and Er,Cr:YSGG laser. Laser Ther. 2017;26(3):195-202.
24. Oz FD, Ergin E, Cakir FY, Gurgan S. Clinical Evaluation of a Self-Adhering Flowable Resin Composite in Minimally Invasive Class I Cavities: 5-year Results of a Double Blind Randomized, Controlled Clinical Trial. Acta Stomatol Croat. 2020;54(1):10-21.
25. Mahmoudzadeh M, Rezaei-Soufi L, Farhadian N, Jamalian SF, Akbarzadeh M, Momeni M, et al. Effect of CO₂ Laser and Fluoride Varnish Application on Microhardness of Enamel Surface Around Orthodontic Brackets. J Lasers Med Sci. 2018;9(1):43-49.
26. Mohan AG, Ebeneazar AVR, Ghani MF, Martina L, Narayanan A, Mony B. Surface and mineral changes of enamel with different remineralizing agents in conjunction with carbon-dioxide laser. Eur J Dent. 2014;8(1):118-123.
27. Pajor K, Pajchel L, Kolmas J. Hydroxyapatite and Fluorapatite in Conservative Dentistry and Oral Implantology-A Review. Materials (Basel). 2019;12(17):2683.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflitos de interesse

AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

Rodrigo Gadelha Vasconcelos

Av. Coronel Pedro Targino,
58233-000 Araruna-PB, Brasil
e-mail: rodrigogadelhavasconcelos@yahoo.com.br

Submetido em 11/07/2022

Aceito em 31/12/2023