



***Utilização do laser no preparo cavitário:
avaliação da eficácia na redução de
sintomatologia dolorosa. - Revisão de
literatura***

*Use of laser in cavity preparation: evaluation of effectiveness
in reducing painful symptoms. - Literature review”*

João Diogo Passos Aveiro

**PORTO, 2025
Revisão de Literatura**

Monografia de Mestrado Integrado de Medicina Dentária



ÍNDICE GERAL

ÍNDICE GERAL	2
ÍNDICE DE TABELAS.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
RESUMO.....	5
ABSTRACT	6
1. INTRODUÇÃO	7
1.1 Objetivo.....	8
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	9
2.1. Protocolo	9
2.2. Questão PICO.....	9
2.3. Estratégia de Pesquisa	9
2.4. Critérios de Inclusão e Exclusão	10
2.5. Seleção dos artigos	11
3. RESULTADOS	12
4. DISCUSSÃO.....	18
4.1. Definição de dor e diminuição da sintomatologia dolorosa.....	18
4.1.1. Mecanismos de ação do Laser relacionados com à redução de Dor.....	20
4.2. Necessidade anestésica Laser vs. Broca	21
4.2.1. Técnica do “Coelho” (Rabbit)	22
4.2.2. Técnica da “Tartaruga” (Turtle)	23
4.3. Aceitação e preferência dos pacientes referente a técnica com Laser	25
5. CONCLUSÕES.....	27
6. BIBLIOGRAFIA	28

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela I – Estratégia PICO	12
Tabela II – Estratégia nas bases de dados.....	13
Tabela III – Critérios de inclusão e exclusão	13
Tabela IV – Resultado da aplicação dos critérios de inclusão em cada base de dados pesquisada	15
Tabela V – Artigos encontrados e suas características	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I – Diagrama fluxo <i>PRISMA</i>	8
Figura II — Técnica do Coelho - Imagem ilustrativa.....	25
Figura III — Técnica do Coelho- Imagem ilustrativa.....	25
Figura IV – Técnica da Tartaruga- Imagem ilustrativa	26

RESUMO

Introdução: Nos últimos anos verificou-se uma constante evolução e desenvolvimento da Medicina Dentária, porém apesar dessa evolução a cárie dentária, permanece como um dos principais desafios em saúde oral, afetando uma grande percentagem da população adulta e representando a principal causa de perda dentária na atualidade. O tratamento convencional da cárie envolve a remoção do tecido cariado recorrendo a brocas de alta rotação, o que gera desconforto, ruído, necessidade anestésica e, por vezes, remoção de tecido sadio. Por outro lado o uso de lasers (Er:YAG, Er,Cr:YSGG, CO₂) possibilita cortes mais precisos, reduzindo a dor e, em muitos casos, sem necessidade de anestesia. Ao priorizar uma abordagem minimamente invasiva o laser tem vindo a ser uma opção promissora para melhorar a experiência do paciente e otimizar o controle da sintomatologia dolorosa.

Objetivos: O objetivo principal deste estudo foi comparar a preparação cavitária com o laser versus a técnica convencional dando particular ênfase à sintomatologia dolorosa do paciente, necessidade anestésica, aceitação e conforto pelos pacientes na utilização do laser.

Materiais e Métodos: Para a realização desta revisão de literatura foi realizada uma pesquisa nas bases de dados *Scopus*, *Google Scholar* e *Pubmed* utilizando as diretrizes do PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) e seguindo as linhas de orientação definidas pelo PRISMA. Os critérios de inclusão foram: estudos publicados nos últimos 15 anos (2009-2024), em português ou inglês, realizados em humanos sem nenhuma patologia sistémica e com dentição permanente, abordando as diferenças entre a preparação cavitária com lasers versus o método convencional (brocas de alta rotação) e obtidos de forma integral.

Resultados: Após a etapa inicial da pesquisa e a aplicação dos critérios de inclusão, foram encontrados 105 artigos. Destes, 4 foram descartados por serem duplicados. Após uma análise criteriosa e a leitura completa dos textos, 8 artigos foram considerados relevantes para compor esta revisão narrativa.

Discussão: Os lasers parecem ser uma alternativa promissora na diminuição da sintomatologia dolorosa e no desconforto do paciente associado ao preparo cavitário convencional (com brocas), diversos estudos mostram maior aceitação e preferência dos pacientes na realização do preparo cavitário usando o laser, embora o tempo de tratamento possa ser maior, a necessidade de anestesia parece ser menor, o que tende a que esse intervalo de tempo seja menor também.

Conclusão: Os estudos usados neste trabalho demonstram uma tendência clara de preferência dos pacientes pelo laser em comparação com o método convencional na preparação cavitária, com diminuição da sintomatologia dolorosa e menor necessidade anestésica. No entanto, persistem desafios na definição de protocolos e parâmetros ideais da utilização do mesmo de forma a causar analgesia.

Palavras-chave: “Laser”, “Er:YAG Laser”, “cavity preparation”, “pain”, “dentistry”, “adults”

ABSTRACT

Introduction: Over the past years, there has been a constant evolution and development in Dentistry. Despite this progress, dental caries remains one of the main oral health challenges, affecting a large percentage of the adult population and currently representing the leading cause of tooth loss. Conventional caries treatment involves the removal of carious tissue using high-speed burs, which may cause discomfort, noise, the need for anesthesia, and occasional removal of healthy tissue. Conversely, laser use (Er:YAG, Er,Cr:YSGG, CO₂) allows for more precise cuts, reduced pain, and, in many cases, eliminates the need for anesthesia. By prioritizing a minimally invasive approach, laser technology has become a promising option to improve the patient experience and optimize pain control.

Objectives: The primary objective of this study was to compare cavity preparation using lasers versus the conventional technique, with a special focus on patient pain symptoms, anesthetic requirements, and patient acceptance and comfort when using lasers.

Materials and Methods: A literature review was conducted following the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) guidelines, searching Scopus, Google Scholar, and PubMed databases. The inclusion criteria were studies published in the last 15 years (2009–2024), in Portuguese or English, conducted on humans without any systemic pathology and with permanent dentition, comparing cavity preparation with lasers versus the conventional method (high-speed burs), and available in full text.

Results: After the initial research and the application of inclusion criteria, 105 articles were identified. Of these, 4 were excluded due to duplication. Following a thorough analysis and a full reading of the texts, 8 articles were deemed relevant for this narrative review.

Discussion: Lasers appear to be a promising alternative for reducing painful symptoms and patient discomfort associated with conventional cavity preparation using burs. Multiple studies indicate higher patient acceptance and preference for laser-based cavity preparation. Although the overall treatment duration may be longer, the reduced need for anesthesia tends to narrow this time gap.

Conclusion: The studies used in this work demonstrate a clear tendency for patients to prefer the laser over the conventional method for cavity preparation, with reduced painful symptoms and a lower need for anesthesia. However, challenges remain in defining protocols and ideal parameters for its use to achieve analgesia.

Keywords: “Laser”, “Er:YAG Laser”, “cavity preparation”, “pain”, “dentistry”, adults”.

1. INTRODUÇÃO

A cárie dentária é uma doença multifatorial, que resulta do desequilíbrio de fatores nocivos e protetores da superfície dentária. Este desequilíbrio afeta o biofilme do dente, resultando num aumento do número de bactérias cariogénicas que levam a desmineralização da superfície dentária.(1) Mesmo com o crescente avanço da medicina dentária, a cárie dentária permanece sendo um problema de saúde comunitária a nível mundial, afetando praticamente quase todos os adultos e crianças em idade escolar, mantendo-se no topo de principal causa de perda dentária.(2)

O tratamento da cárie dentária (preparo cavitário) resulta da remoção de todo o tecido infetado e posterior inserção de material restaurador (restauração).(2) Os métodos mais comuns de remoção do tecido cariado envolvem o uso de brocas em turbinas de alta rotação e de escavadores.(3) É consensual hoje em dia que o preparo cavitário convencional acaba não só por remover estrutura dentária infetada, mas também tecido sadio (excesso de preparo) , ou em alguns casos apenas a remoção parcial do tecido infetado (sub-preparo), que pode levar a recidiva da doença.

A Medicina dentária moderna, preza por procedimentos minimamente invasivos, neste caso procura remover apenas o tecido cariado de forma seletiva, preservando a maior quantidade de estrutura sã(4). O método convencional do com preparo cavitário embora seja rápido e simples, apresenta desvantagens, como o risco de remover estrutura dentária saudável, vibrações e ruídos, desconforto/dor para o paciente e necessidade de administrar anestesia local injetável(1). Dentro deste contexto, as tecnologias a laser emergiram como alternativa ou adjunto à abordagem tradicional, principalmente pela sua capacidade de promover cortes precisos, reduzir a dor e, em alguns casos, dispensar anestesia.(5)

A palavra Laser é um acrónimo em inglês para *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação. Em 1960 Theodore H.Maiman foi o responsável por introduzir o primeiro laser, usando um cristal de rubi como meio de emissão, ativado por intensos pulsos de luz, este foi usado clinicamente para o diagnóstico e tratamento de lesões dérmicas.(2)

Desde os primórdios vários tipos de lasers foram estudados para a remoção da cárie dentária, tais como Er:YAG (2,94 μm), Er,Cr:YSGG (2,79 μm) e CO₂ (9300 nm), dentro deles o mais popular foi o laser Er:YAG, só autorizado em 1997 pela FDA para a sua utilização em dentes humanos.(3) A remoção do tecido duro dentário pode ocorrer por dois mecanismos, ablação explosiva mediada por água (explosive water-mediated ablation), o pulso de energia é absorvido pela água presente no esmalte/dentina ou pelo spray de irrigação, provoca vaporização de forma muito rápida que acaba por fragmentar e remover o tecido cariado (apresenta maior quantidade de água do que o tecido dentário normal) de forma seletiva.

O outro mecanismo ocorre pela vaporização explosiva (explosive vaporization), o calor produzido pelo laser é suficientemente intenso para vaporizar não só a água, mas o próprio tecido mineral.(1, 6)

Adicionalmente, diversos estudos na literatura sugerem que a adoção de lasers pode viabilizar uma abordagem mais confortável para o paciente, para além de promoverem um alto índice de procedimentos sem necessidade de anestesia. (1, 5, 7). Há também evidências que em procedimentos complexos de remoção de tecido cariado, o uso do laser resulta em menor stress psicológico, menor percepção de dor e satisfação elevada.(2, 3) Contudo, também são descritos relatos de limitações associadas ao uso do laser.

Neste contexto, a presente revisão de literatura visa explorar e comparar as diversas técnicas de efetuação do preparo cavitário (método convencional com broca versus utilização de lasers), com particular atenção à experiência do paciente, sensação dolorosa e necessidade de anestesia. O objetivo é fornecer uma visão abrangente que possa auxiliar profissionais de medicina dentária em escolher qual desta técnica se adequa mais a sua prática e aos seus pacientes.

1.1 Objetivo

O objetivo geral desta revisão de literatura é avaliar a eficácia e os benefícios da utilização do laser no preparo cavitário, comparar o uso do laser com o método convencional relativamente à sintomatologia dolorosa e necessidade de anestesia durante o preparo e por fim analisar a aceitação e conforto dos pacientes com a utilização do laser.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Protocolo

O presente estudo foi elaborado segundo as linhas de orientação definidas pelo *PRISMA* (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*).

2.2. Questão PICO

Optou-se pela estratégia PICO (*Population Intervention Comparison Outcome*) para formular a questão de investigação, como demonstrado na tabela I.

Tabela I –Desenvolvimento da questão de investigação segundo a estratégia PICO

P (<i>Population</i>)	Pacientes adultos com indicação para tratamento de cárie dentária
I (<i>Intervention</i>)	Preparação cavitária utilizando o LASER
C (<i>Comparison</i>)	Preparação cavitária com a técnica operatória convencional
O (<i>Outcome</i>)	Redução da dor, maior conforto e aceitação pelos pacientes

Desta forma, efetuou-se a seguinte questão de investigação “Utilização do laser no preparo cavitário: avaliação da eficácia na redução de sintomatologia dolorosa.”

2.3. Estratégia de Pesquisa

Esta revisão de literatura será elaborada de acordo com a checklist PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses guidelines*). A pesquisa bibliográfica será realizada nas bases de dados MEDLINE (PubMed), Google Scholar e Scopus. Serão utilizadas combinações com os conectores booleanos “AND” e “AND NOT” e as seguintes palavras-chave: “LASER”, “ER-YAG LASER”, “cavity preparation”, “pain”, “cavity”, “dentistry”, “adults”. As estratégias aplicadas para o estudo estão demonstradas na tabela II.

Tabela II – Estratégia nas bases de dados.

BASE DE DADOS	Estratégia de Pesquisa
GOOGLE SCHOLAR	<i>((Erbium laser) AND (pain) AND (cavity preparation) AND (adults))</i>
SCOPUS	<i>((Erbium) AND (laser) AND (cavity) AND (preparation) AND (pain)AND NOT(child))</i>
PUBMED	<i>(Erbium laser cavity pain)</i>

2.4. Critérios de Inclusão e Exclusão

Neste estudo foram utilizados artigos publicados nos últimos 15 anos (entre 2009- 2024) nas línguas portuguesa e inglesa. Para seleção dos estudos foram adicionados critérios de inclusão e exclusão, que se encontram na Tabela III.

Tabela III - Critérios de inclusão e exclusão.

Critérios de inclusão	Estudos descritivos de casos, estudos experimentais de ensaios clínicos e estudos prospetivos que utilizaram o laser no tratamento da cárie dentária.
	Estudos em humanos adultos na área de medicina dentária
	Estudos obtidos na forma integral
Critérios de exclusão	Estudos in vitro, animais ou pacientes pediátricos
	Estudos realizados em pacientes com algum tipo de patologia
	Estudos em dentes decíduos
	Estudos sem relação com área da medicina dentária

2.5. Seleção dos artigos

Após a exclusão dos artigos duplicados, realizou-se uma análise dos títulos e resumos com o objetivo de identificar estudos relevantes que atendessem aos critérios previamente definidos. Na sequência, os textos completos dos artigos selecionados foram avaliados detalhadamente, dando prioridade aqueles que estavam em conformidade com a estratégia PICO.

3. RESULTADOS

Por meio da pesquisa inicial e após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, a revisão bibliográfica encontrou um total de 105 artigos nos bancos de dados PubMed, Scopus e Google Scholar (Tabela IV). Desses, 4 foram descartados por serem duplicados. Após a análise dos títulos, do idioma em que estavam escritos os artigos, resumos e avaliação completa dos artigos, 56 artigos foram excluídos e 45 estudos foram considerados relevantes. No entanto, após a leitura integral dos textos, 37 deles foram excluídos, resultando em 8 artigos incluídos para análise nesta revisão narrativa, conforme ilustrado na imagem 1. As informações extraídas foram organizadas em uma tabela, contendo: autores/ano de publicação, tipo de estudo, objetivos, técnica empregada, resultados e conclusões (Tabela V).

Tabela IV – Resultado da estratégia de pesquisa em cada base de dados após a aplicação dos critérios de inclusão.

Palavras-Chave	Total Scopus	Total Google Scholar	Total Pubmed	
<i>(Erbium laser) AND (pain) AND (cavity preparation) AND (adults)</i>	0	84	0	
<i>(Erbium) AND (laser) AND (cavity) AND (preparation) AND (pain) AND NOT (child)</i>	8	–	–	
<i>(Erbium laser cavity pain)</i>	–	–	13	
Total	8	84	13	105

Figura I: Diagrama fluxo *PRISMA*.

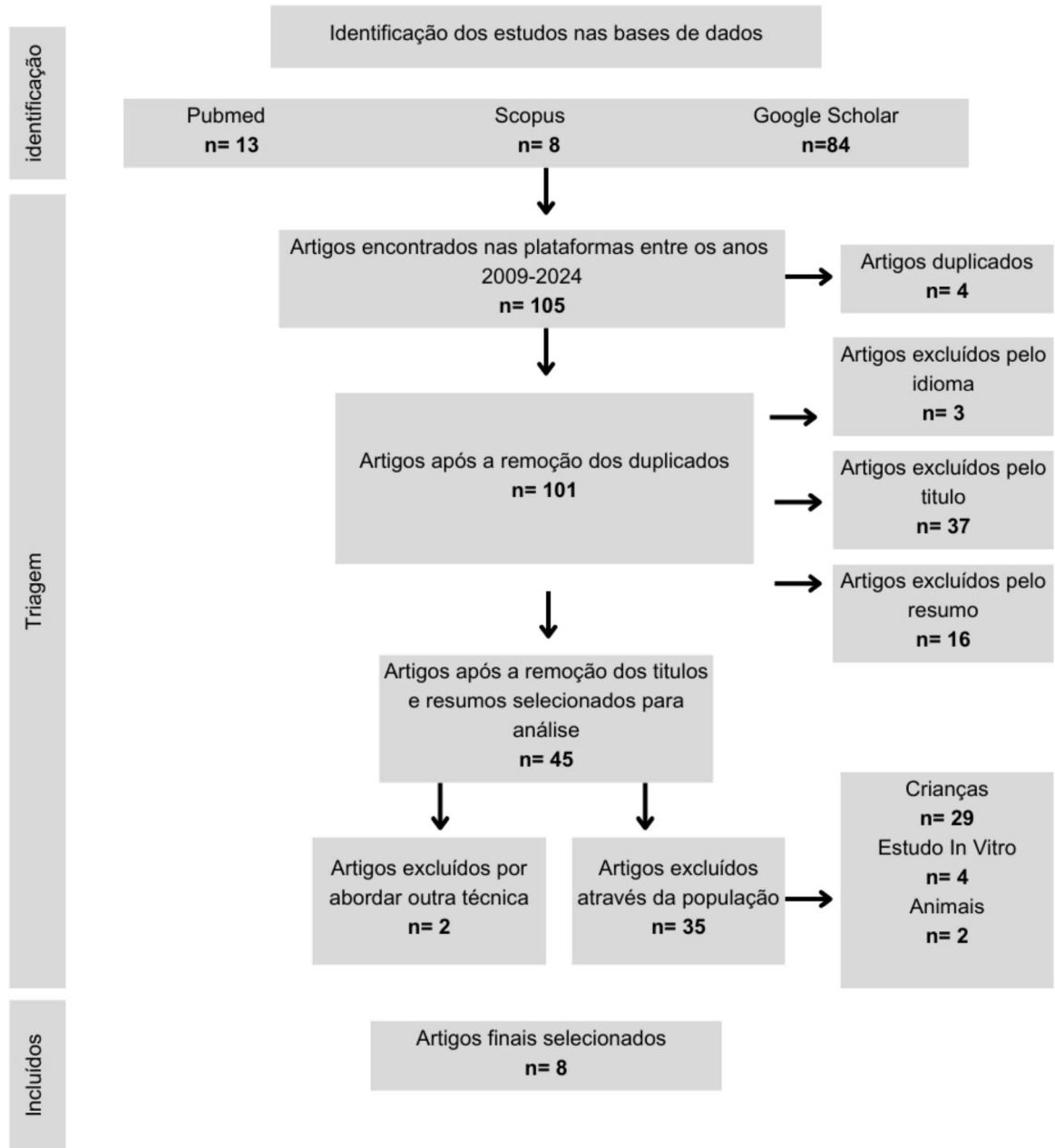


Tabela V – Artigos encontrados e suas características

Autor, Ano	Título	Objetivo	Metodologia	Conclusões
Poli R, et al (2020) ⁵	Laser Analgesia with Restorative Dental Care: A Systematic Review of the Rationale, Techniques, and Energy Dose Considerations	Avaliar a base científica racional para o uso da analgesia no preparo cavitário, expor as técnicas e protocolos de aplicação de laser (modos de emissão, tempos de exposição e comprimentos de onda) de forma a obter analgesia. Considerações sobre a configurações necessária da dosagem de energia para obter analgesia.	Este estudo é uma revisão sistemática, o autor selecionou 10 artigos (em 8 verificou-se analgesia usando o laser e nos outros 2 os resultados não eram estatisticamente significativos). Todos os artigos estavam enquadrados no tema analgesia em tratamentos restauradores usando o laser. A análise concentrou-se em identificar, os mecanismos de ação do laser na modulação da dor; diferentes protocolos e técnicas de aplicação do laser e efeitos clínicos associados a variabilidade na dosagem de energia.	A analgesia no tratamento restaurador usando o laser mostra um potencial promissor na redução da dor, tanto devido ao seu mecanismo de ação, relacionado com a sua capacidade em modular processos inflamatórios e redução da atividade das terminações nervosas tal como devido a ser pouco invasivo, resultando no menor nível de ansiedade do paciente. A variabilidade dos protocolos e das dosagens de energia na utilização do laser, destacam a necessidade de padronização, definindo parâmetros ótimos que garantam eficácia e segurança.
Sarmadi R, et al(2018) ¹	A Randomized Controlled Trial Comparing Er:YAG Laser and Rotary Bur in the Excavation of Caries - Patients' Experiences and the Quality of Composite Restoration	Teve como principal finalidade comparar duas técnicas de remoção de cárie com o Laser Er:YAG versus com a broca rotatória, tendo em conta o grau de desconforto/dor do paciente, a necessidade de anestesia durante o tratamento, o tempo necessário para a remoção do tecido cariado e a qualidade e longevidade das restaurações.	Ensaio clínico prospectivo, simples-cego, randomizado e controlado, no qual o mesmo paciente recebia ambos os tratamentos. O estudo foi realizado com 25 participantes (15-40 anos), cada um apresentando pelo menos duas cavidades de cárie primária do mesmo tamanho (avaliadas radiograficamente). Foi avaliado o tempo de tratamento (remoção da cárie); a experiência e desconforto dos pacientes (logo após, 6, 12, 24 meses) e a qualidade das restaurações.	Apesar da remoção da cárie com o laser Er:YAG exigir, em média, quase três vezes mais tempo do que a remoção pelo método convencional, os pacientes relataram menos desconforto e preferiram o método a laser. As lesões tratadas com laser exigiram menos necessidade de anestesia. Não se observou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (laser vs. broca) em termos de qualidade e longevidade. O laser mostrou-se uma alternativa para pacientes que valorizem o conforto e apresentem maior ansiedade e medo relacionados com a vibração e ruído da broca.

Matys J, et al (2015)⁷	Assessment of pain in the treatment of teeth with Er: YAG	Investigar o nível e a frequência de dor durante a remoção de cáries com o laser Er:YAG, classificando os resultados conforme a profundidade da cárie (média ou profunda) e segunda a classe de Black (I a V). Sendo assim compara os resultados (principalmente a quantidade de casos “sem dor” e o grau de desconforto) obtidos com o tratamento feito com broca de alta rotação. Ainda avalia as diferenças na percepção dolorosa entre homens e mulheres, bem como entre faixas etárias (10-30 anos e acima de 30):	Este estudo contou com 67 pacientes, foram estudadas 210 lesões de cárie em dentes permanentes, 130 lesões tratadas com laser Er:YAG(grupo experimental) e 80 tratadas com broca de alta rotação(grupo de controlo). De forma a efetuar uma comparação justa cada paciente tinha e possuir duas lesões de cárie equivalentes (mesma profundidade e mesma classe de Black), onde seria uma tratada com o laser e outra com a broca. O laser Er:YAG utilizado foi o LifeTouch ajustado a diferentes potências dependendo da profundidade da cárie. A intensidade da dor foi avaliada pela NRS (Numeric Rating Scale), sendo que os pacientes relataram a sua percepção de dor imediatamente após o procedimento. No final os autores compararam a média de pontuação na escala NRS-11, diferenciando entre cárie de profundidade média ou profunda e as cinco classes de Black, para além, disso compararam a percentagem de preparos considerados “indolores” nos dois grupos.	De forma geral o grupo tratado com laser Er:YAG relatou menor intensidade de dor, para além disso metade dos casos de profundidade média e um quarto dos casos de cárie profunda foram totalmente indolores com o laser, no caso do grupo de controlo esses valores foram bem menores. Relativamente a influência da profundidade e Classe de Black, lesões mais profundas (mais próximas da polpa) e Classe V (próximas à margem gengival) tendem a gerar mais desconforto, mesmo com laser, embora esse desconforto seja mesmo assim menor com o laser do que no preparo convencional. Por fim no que diz respeito ao sexo e idade, as mulheres relataram menos dor do que os homens em cáries de profundidade média, mas mais dor em cáries de profundas, pacientes de diferentes faixas etárias apresentam scores diferentes, mas em ambos os grupos mostraram vantagem para o laser em comparação à broca.
Tao S, et al (2017)³	Erbium Technology vs Traditional Drilling for caries Removal: A systematic Review with Meta-Analysis	Comparar a eficácia da tecnologia do Laser érbio versus a técnica convencional para remoção de cáries, incidindo essencialmente nos fatores, tempo necessário para o preparo, necessidade de anestesia local, qualidade das restaurações e respostas pulpares.	Artigo de revisão sistemática, seguindo as diretrizes PRISMA, analisaram ensaios clínicos randomizados, quase-randomizados e controlados que comparavam diretamente o laser érbio com a broca na remoção de cárie. Foram incluídos 14 estudos de 1600 analisados. A pesquisa incidiu essencialmente no tempo de preparo da cavidade (laser vs. broca), taxa de anestesia local requerida, aceitação subjetiva do	O laser érbio exige mais tempo para a remoção da cárie em comparação com a broca, por outro lado houve uma redução significativa no número de pacientes com necessidade de anestesia local. Não se observou diferenças estatisticamente significativas entre o uso do laser e broca em termos de perda da restauração, vitalidade pulpar e sensibilidade pós-operatória. No que diz respeito a aceitação subjetiva pelos pacientes não se obteve

				paciente e sucesso da restauração.	conclusões devido aos dados serem limitados.
Chaudhari SP, et al (2021)²	Lasers in Diagnosis, Interception and Management of White Spot Lesions and Dental Caries - A Review	Analisar de forma geral o uso de lasers no diagnóstico, preparo cavitário, bem com a prevenção de lesões de mancha branca. Explorar as propriedades físicas do laser (absorção, mecanismos de ação), que favorecem o preparo minimamente invasivo. Outro objetivo deste estudo é discutir como a tecnologia do laser pode reduzir a ansiedade, dor e desconforto do paciente.		Artigo de revisão que analisa estudos científicos sobre o laser em diversas frentes, nomeadamente, prevenção de cáries, diagnóstico, e preparo cavitário. O artigo evidência os mecanismos de ação do laser e apresenta aspectos clínicos e técnicos sobre as vantagens deste.	O uso do laser diminui a sintomatologia dolorosa associada ao preparo cavitário, reduzindo a vibração, ruído e em muitos casos dispensando a necessidade de anestesia local. Proporciona um menor desconforto para o paciente. No contexto das lesões de mancha branca, este pode impedir a progressão das mesmas.
Strakas D, et al(2018)⁶	Erbium lasers in operative dentistry—a literature review	Comparar os lasers da família érbio (Er:YAG 2,94 µm e Er,Cr:YSGG 2,79 µm) com a técnica convencional (brocas de alta rotação), no preparo cavitário e remoção de cáries, buscando identificar vantagens, limitações e possíveis benefícios, sobretudo na redução da dor e maior conforto e aceitação do paciente.		Efetuada uma análise bibliográfica de 1474 artigos relacionados com o uso de lasers érbio em dentisteria. Foram selecionados apenas trabalhos que descrevem tanto mecanismo de ação do laser e o tecido dentário, tanto a experiência clínica (preparo cavitário, percepção de dor, etc..)	Os lasers de érbio mostraram-se capazes de remover cárie e preparar cavidades de forma eficiente, preservando estruturas sadias (devido à sua capacidade de ablação seletiva, uma vez que, tecidos cariados têm maior teor de água). Verificou-se uma redução da dor e melhora do conforto do paciente, estudos clínicos apontam alta aceitação dos pacientes, com índice de 70% a 80%. Falta padronizar ajustes de energia e vários outros parâmetros (duração de pulso, intensidade, modo de varredura).
Najeib et al (2016)⁴	Applications of Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (Lasers) for Restorative Dentistry	O objetivo principal deste artigo é avaliar e resumir as aplicações dos lasers na dentisteria operatória, incluindo uma comparação entre os principais procedimentos restauradores realizados com lasers e as abordagens clínicas convencionais.		Revisão de literatura abrangendo vários tipos de lasers (Co2, Nd:YAG, Er:YAG, Er,Cr:YSGG, diodo) e as suas várias aplicações na destititeria, comparando as mesmas com os métodos convencionais.	Os lasers proporcionam maior conforto e redução da dor aos pacientes em diversas etapas do tratamento restaurador, nomeadamente no preparo cavitário. Embora o preparo cavitário em si seja mais moroso com o laser, pôr em muitas vezes ser dispensada a anestesia local, acabamos por diminuir o tempo clínico.

Schuster, G. et al (2022)⁸	Patient and Clinician Experiences When Using a CO2 Laser for Cavity preparations: Lessons learned from Prospective Clinical Research	Investigar como o laser de CO2 (9300nm) pode ser utilizado na realização do preparo cavitário, com o foco em avaliar o nível de desconforto/dor do paciente e a necessidade de anestesia. Também compara a preferência dos pacientes entre o laser e o método convencional (com broca) para tratamentos futuros e analisa a experiência dos clínicos em relação ao uso do laser nos requisitos velocidade, facilidade de uso e precisão.	Trata-se de um estudo clínico prospectivo, conta com 103 pacientes, que realizaram um total de 233 preparos cavitários (Classes de Black), usando o laser CO2 (9300nm). Nenhum paciente recebeu anestesia no início, entretanto se ao logo do procedimento sentisse dor ou desconforto, a mesma poderia ser solicitada. Após o procedimento os pacientes responderam a um questionário que avaliava a escala de dor/desconforto durante o procedimento numa escala de 0-10, para além disso deveriam indicar se houve a necessidade de anestesia ou não e as suas preferências para tratamentos futuros (método convencional versus laser). Por outro lado, os clínicos também após o procedimento tiveram de descrever a sua experiência em três quesitos (velocidade, facilidade de uso e precisão) numa escala de 1-5 gerando um índice global (Clinician Experience Index)	Cerca de 98% dos pacientes preferiram o laser (quase sempre sem anestesia) em vez do preparo com broca e anestesia. O desconforto médio foi muito baixo, a maioria (93%) dos procedimentos ocorreu sem anestesia. Verificou-se que paciente mais novos e aqueles onde foram efetuadas múltiplas restaurações relatam níveis de desconforto ligeiramente mais altos, porém muito baixos. No que diz respeito a experiência dos clínicos, avaliaram positivamente o laser em todos os requisitos, o que contrasta com vários estudos relativos ao laser Er:YAG, onde os clínicos acusaram que o preparo cavitário com laser era mais lento do que o método convencional. Conclui-se que este laser é viável para o preparo cavitário, pois gera alto índice de procedimentos sem anestesia e baixo desconforto para o paciente. No que diz respeito a preferências dos clínicos, os dados recolhidos neste estudo são limitados, havendo a necessidade de mais estudos futuros.
---	---	---	---	--

4. DISCUSSÃO

4.1. Definição de dor e diminuição da sintomatologia dolorosa

A dor é detetada por todas as estruturas do nosso corpo, sinalizando que algo está errado, constituindo uma das principais formas de sinalizar doença, sendo a dor de dentes uma das modalidades de dor mais comum. Nas causas principais da dor de dentes estão incluídas a cárie dentária, lesões de tecido dentário e a erupção dentária. (7) Nos dias de hoje ainda muitos pacientes evitam ir ao médico dentista justamente pelo medo em sentir dor ou desconforto durante os procedimentos.(2)

A percepção de dor durante o preparo cavitário está ligada a mecanismos complexos. Estão envolvidos na transdução, modulação e propagação do estímulo dolorosos pelos neurónios sensoriais, neurotransmissores, canais e receptores. O nível de dor associado a este procedimento está diretamente relacionado com a profundidade da cárie, uma vez que a densidade dos túbulos dentinários perto da polpa é maior do que em cáries de profundidade média. (7)

De acordo com Metys,J. et al (2015) a sensação de dor provocada pelas vibrações transmitidas pelos tecidos duros do dente até ao plexo sub-odontoblástico é menos intensa com o laser em comparação com os métodos convencionais, para além disso o mesmo verificou que a frequência de vibração do laser Er:YAG (230Hz) é cerca de 22 vezes menor do que a da turbina (5000Hz). Vibrações maiores causam dor e stress ao paciente. Outros estudos também referem que a vibração e o estímulo mecânico são fatores relevantes na experiência dolorosa durante o preparo. (9, 10) Este estudo demonstrou que o tratamento indolor de cáries com o laser Er:YAG é cerca de duas vezes mais frequente em cáries médias e quatro vezes mais frequente em cáries profundas, quando comparado com a broca. Foi observado neste estudo alguns achados surpreendentes no que diz respeito à sensação dolorosa, relacionada com o sexo, as mulheres relataram menos dor no tratamento de cárie média em comparação com os homens, enquanto em cáries profundas as mesmas relataram sentir dor mais intensa em comparação com os homens, o que pode estar relacionado a fatores individuais de percepção ou tolerância à dor ,ou seja, a profundidade da lesão pode afetar de forma diferente a experiencia de dor entre os dois sexos, ainda assim a intensidade média avaliada por sexo foi inferior em relação ao grupo de controlo (preparo cavitário usando broca).(7)

Sabemos ainda que a redução da sintomatologia dolorosa pode ser diminuída ao diminuirmos a potência do laser. (11, 12, 13)

Sobre o laser Er,Cr:YSGG existem menos dados clínicos do que sobre o laser Er:YAG, mas estudos indicam alto grau de conforto e menor do comparado à broca(6). Por outro Schuster, G. et al (2022) no seu estudo clínico prospectivo com 103 participantes obteve resultados promissores sobre a eficácia do laser de CO₂ com 98% de aprovação por parte dos participantes, este parece ser uma opção bastante satisfatória na diminuição de dor durante o preparo cavitário, contrastando com uma taxa de aprovação muito superior a que se encontrou em estudos semelhantes que utilizaram o laser Er:YAG, porém são necessários mais estudos nesta área para obter conclusões mais precisas sobre este assunto. (8)

No estudo de Sarmadi, R. et al (2018) que avaliou 56 cavidades em 25 participantes, cada participante recebeu um tratamento com ambas as técnicas (broca vs. Laser) logo após o tratamento os pacientes classificaram o desconforto de ambos os métodos como similar, mas uma semana depois, o desconforto foi maior no grupo tratado com broca. (1)

É consensual na literatura que o uso dos lasers (Er:YAG; Er,Cr:YSGG e CO₂), resultou numa diminuição significativa da dor durante o preparo cavitário, isto deve-se devido ao facto que o uso de brocas de alta rotação, gera calor (gerado pelo contacto rápido e intenso da broca no esmalte/dentina, podendo desencadear desconforto ou dor mais aguda) (1), pressão (exercida pela ponta rotatória, que comprime os túbulos dentinários da polpa, elevando a sensibilidade)(3) e vibração mecânica (agem nas fibras nervosas dentinária gerando dor). (13, 15)

4.1.1. Mecanismos de ação do Laser relacionados com à redução de Dor

a) Ablação explosiva mediada por água (explosive water-mediated ablation)

Aquando da utilização do laser o calor é absorvido pela água presente no tecido cariado ou pelo spray de irrigação, provocando a vaporização quase instantânea e a consequente formação de microexplosões. (7) As microexplosões acabam por fragmentar o tecido contaminado, que contém maior teor de água que o tecido sadio, o que permite a remoção seletiva apenas do substrato infetado. (5) O facto que não haver contacto direto com vibrações mecânicas intensas (como ocorre quando se utiliza brocas de alta rotação) e pelo feixe de energia ser pulsado, o laser tende a minimizar a estimulação das fibras nervosas, reduzindo a sensação dolorosa. (1)

b) Vaporização explosiva (explosive vaporization)

Em densidades de energia mais altas ou pulsos ultra-curtos, o calor gerado de forma suficientemente intensa, vaporizando não apenas a água, mas também parte do tecido mineral, causando uma “explosão localizada”(1). Neste caso, o dente sofre com microfraturas pontuais sem exercer a forte pressão mecânica que se observa no método convencional, diminuindo o estímulo doloroso.(3)

A utilização do spray de água, tal como o modo de emissão de energia pulsado são de muita importância na proteção contra o superaquecimento. (14, 16, 17). Este superaquecimento resultaria numa das causas de irritação pulpar e dor residual.(2) O estudo clínico de Poli,R. et al (2020) sugere que a adoção de parâmetros adequados, nomeadamente a frequência de pulso, duração e intensidade, maximiza a eficácia de corte e reduz ao mínimo a sintomatologia dolorosa.

4.2. Necessidade anestésica Laser vs. Broca

A analgesia a laser é obtida de forma não invasiva, capaz de diminuir ou mesmo suprimir sensações dolorosas. As causas deste efeito ainda não são totalmente claras. Várias teorias têm tentado explicar este fenómeno, nomeadamente o efeito fotoacústico, este afirma que o laser pode interferir na zona do sistema nervoso responsável pela regulação da dor, conhecido como “gate control” (teoria da porta da dor), ajudando a bloquear os sinais dolorosos antes de chegarem ao cérebro, outras possíveis explicações é a influência da energia do laser em nervos e nociceptores de forma direta e indireta, modificações dos sistemas de bomba Na^+/K^+ nas células nervosas, que controlam a passagem de impulsos nervosos, afetando como a dor é sentida, além de alterações bioquímicas que a energia do laser é capaz de induzir. A analgesia conseguida com o laser não é capaz de suprimir todas as sensações, o objetivo é apenas que ocorra a supressão das atividades nervosas e dos nociceptores, processos que diminuem a percepção de dor e diminuem a reatividade da polpa dentária e dos tecidos moles.(5)

De acordo com a revisão sistemática de Poli,R. et al (2020) duas técnicas específicas foram descritas para se obter um nível confiável de analgesia usando o Laser de erbium em dentisteria operatória, nomeadamente durante a execução do preparo cavitário, a técnica do “coelho”, também conhecida com a técnica da “lebre” (hare) e a outra técnica é a técnica da “tartaruga” (turtle). (5)

4.2.1. Técnica do “Coelho” (Rabbit)

- a) **Configuração de alta energia:** O uso de uma configuração de alta energia logo de início, tem como objetivo começar o tratamento já com parâmetros ablativos, que seriam usados já para efetuar a remoção do tecido cariado. (18,19)
- b) **Espaçador e distância “ponta a tecido”:** Embora os valores de energia utilizados sejam elevados, mantém-se inicialmente o laser desfocado (geralmente a 6-10mm de distância) para que a fluência percebida seja baixa e não cause dor.
- c) **Risco de Sensibilidade:** Uma vez que a energia está programada em valores de ablação desde o início, caso o operador aproxime demais a ponta do laser o feixe pode ser sentido de forma desconfortável para o paciente, exigindo extrema cautela para não se perder a analgesia conseguida.



Figura II: Exemplo de ponta mantida a 10mm para efetuar a técnica do coelho de analgesia induzida pela irradiação do Laser. Imagem sem alteração do autor ⁵.



Figura III: Técnica do Coelho: Irradiação sobre a superfície oclusal do dente, imagem sem alteração ⁵.

4.2.2. Técnica da “Tartaruga” (Turtle)

- a) **Energia menor ou progressiva:** Em vez de começar com altas configurações de energia, ajusta-se o laser para parâmetros mais baixos, fazendo-se uma “irradiação prévia” capaz de induzir analgesia ao longo do procedimento.
- b) **Obtenção gradual de analgesia:** Como o feixe inicialmente não está em níveis ablativos, o paciente sente menos desconforto, e o risco de dor durante a transição para a remoção de tecido é menor.
- c) **Menor risco de desconforto:** Como não inicia em níveis muito altos, é mais fácil atingir um estado de analgesia estável, reduzindo significativamente a probabilidade de ser provocado um estímulo doloroso para o paciente.

Com a utilização de ambas estas técnicas é possível atingir um nível confiável de analgesia com o laser de erbium antes ou durante a remoção efetiva da cárie. O uso de um “espaçador” para manter a distância exata entre a ponta do laser e o tecido é fundamental, de forma que seja possível um controle da fluência aplicada.(5)



Figura IV: Exemplo da ponta do laser mantida a 1 mm de distância do colo do dente, segundo a técnica da tartaruga, imagem sem alteração ⁵.

No seu ensaio clínico randomizado, controlado, simples-cego Sarmadi, R. et al (2018) evidenciou que o uso do laser de erbium durante o preparo cavitário para além de ser mais cómodo e menos doloroso para o paciente, menos pacientes do grupo tratado com o laser demonstraram necessidade anestésica comparado com o método convencional, uma das conclusões deste ensaio refere-se ao tempo gasto para efetuar o preparo cavitário com o laser, que é claramente superior em comparação ao método convencional, demonstrando ser, em média, três vezes mais longa do que com a broca. No entanto o facto do grupo tratado com o laser os pacientes solicitarem menos anestesia, faz com que o tempo que seria utilizado para administrar o anestésico fosse poupado, levando a que a diferença de tempo entre um método e outro não fosse tão discrepante, resultando num tempo total apenas duas vezes maior ao método convencional.(1) A conclusão deste ensaio clínico é muito similar ao obtido na revisão de Najeeb.et al (2016), a maioria dos pacientes tratados com o laser de erbium dispensou anestesia local(4), o que reduziria o tempo clínico entre 5-10 minutos, ou seja, embora seja factual que o uso do laser de erbium na execução do preparo cavitário seja significativamente maior (1, 3), o facto de muitos pacientes dispensarem anestesia, faz com que essa diferença eventualmente reduzida.(4)

O estudo de Tao, S. et al (2017) chegou a resultados parecidos, concluindo que equipamentos laser de erbium podem reduzir o uso de anestesia local durante o preparo cavitário, levando a uma maior aceitação do tratamento.(3)

Por fim, relativamente ao laser de erbium Poli,R. et al (2020) destacou que a analgesia induzida pelo laser pode ser considerada uma modalidade de tratamento potencialmente eficaz na redução da percepção de dor, porem não permite tirar conclusões definitivas sobre qual o comprimento de onda do laser seria melhor ou quais os parâmetros poderiam ser utilizados para obter previsibilidade, assim, embora as configurações necessárias para induzir analgesia no laser já foram investigadas, são necessárias mais pesquisas para determinar a quantidade exata de energia no espectro médio de infravermelho, e os parâmetros corretos para produzir um protocolo mais previsível e confiável em produzir analgesia a laser.(5)

No caso do laser de CO₂ Schuster,G. et al (2022) a maioria dos participantes dispensou anestesia, 93% da população deste estudo acabou por dispensar anestesia, o que acabou por corroborar com Walsh et al (1994), que relatou que apenas 4 dos 54 participantes solicitaram anestesia local. Neste estudo verificaram-se tendências interessantes, especialmente a correlação negativa significativa entre o desconforto e idade, com o maior uso de anestesia em indivíduos mais jovens, isto explica-se devido da maior proximidade pulpar em dentes jovens, não tendo ligação com as características específicas do laser. Embora este estudo tenha as suas limitações, apresenta-nos uma tendência favorável para a diminuição da necessidade anestésica usando este laser.(8)

4.3. Aceitação e preferência dos pacientes referente a técnica com Laser

A literatura aponta para um alto índice de aceitação do preparo cavitário a laser, apresentando diversos estudos que mostram a clara preferência dos pacientes pela sua utilização durante o preparo cavitário. No seu ensaio clínico, Sarmadi,R. et al (2018) confirmou que os pacientes após experimentarem o laser Er:YAG como opção de tratamento da cárie dentária (preparação cavitária), voltariam em consultas futuras a escolher esta modalidade de tratamento, embora a execução da mesma fosse mais demorada em comparação com o método convencional, o que corrobora com estudos anteriores que afirmam que o tempo não é um fator relevante do ponto de vista do paciente, sendo o método de preparação cavitária usando o laser, o preferido dos pacientes. (1)

No estudo de Matys,J. et al (2015) o método a laser apresenta inúmeras vantagens em comparação ao método convencional, nomeadamente ausência de ruído, de dor e de vibração, para além disso este concluiu que a diminuição da dor tem um papel fundamental na aceitação do tratamento por parte dos pacientes, principalmente em paciente com altos níveis de ansiedade e fobia em ir ao dentista, desta forma 72% da população do seu estudo prefeririam a utilização do laser Er:YAG em tratamentos futuros.(7)

O tópico sobre a preferência do paciente foi abordado de forma sintética nas revisões de Chaudhari, SP.et al (2021), de Strakas,D et al (2018) e de Najeeb.et al. (2016), todos eles afirmam que a maioria dos pacientes preferiram a utilização do laser durante a execução do preparo cavitário.(2, 4, 6) No estudo de Schuster, G. et al (2022) sobre o laser de CO₂ também chegou a um índice de aceitação e preferência de 98%, portanto as experiencias dos pacientes sugerem que o laser de CO₂ para o preparo cavitário iguala ou supera as taxas de preferência relatadas para laser Er:YAG, novamente é importante mencionar que este estudo apresenta limitações e que são precisos mais estudos nesta área de forma a termos conclusões mais solidas. (8)

Embora a maioria dos artigos usados nesta revisão apresentam uma clara evidência de que os pacientes para além de aceitarem bem a utilização do laser para efetuar o preparo cavitário, ainda demonstram preferência na utilização do mesmo em tratamentos futuros, o que demonstra que as vantagens do laser parecem ser percebidas e ainda preferidas pelos pacientes. O único estudo onde se encontraram resultados diferentes foi na revisão sistemática de Tao, S.et al (2017) que se baseou em 14 artigos, este na sua pesquisa concluiu que não existem resultados significativos para que se possa concluir sobre uma aceitação subjetiva do paciente sobre o tratamento com o laser.(3)

Assim sendo é possível afirmar que existe uma clara aceitação e preferência pela utilização do laser durante o preparo cavitário em detrimento do método convencional e que a maioria dos pacientes após o experimentar, apresenta preferência na sua utilização em tratamentos futuros. (20, 21, 22)

5. CONCLUSÕES

A dor ainda continua a ser um desafio na medicina dentária moderna, com o aumento das exigências dos pacientes, tem sido cada vez mais urgente incorporar técnicas que visem diminuir tanto a sintomatologia dolorosa como o desconforto dos pacientes. A incorporação de lasers na prática médico-dentária para o preparo cavitário representa uma inovação significativa, marcando vantagens, tais como, menor sintomatologia dolorosa, diminuição na necessidade de anestesia e maior aceitação pelos pacientes. Os mecanismos de ação do laser permitem ablação seletiva do tecido cariado, reduzindo a agressividade do procedimento e proporcionando maior conforto em comparação com o método convencional. Os estudos usados neste trabalho demonstram uma tendência clara de preferência dos pacientes pelo laser. No entanto, persistem desafios na definição de protocolos e parâmetros ideais da utilização do mesmo de forma a causar analgesia. Mais pesquisas e ensaios clínicos com amostras maiores são necessários para solidificar o papel dos lasers na Dentisteria Operatória e estabelecer padrões confiáveis para a prática clínica.

6. BIBLIOGRAFIA

1. 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;12:443-54.
2. Chaudhari PS, Chandak MG, Relan KN, Chandak PG, Rath CH, Chandak MS, et al. Lasers in diagnosis, interception and management of white spot lesions and dental caries-a review. *J Evolution Med Dent Sci.* 2021;10(09):624-31.
3. Tao S, Li L, Yuan H, Tao S, Cheng Y, He L, et al. Erbium Laser Technology vs Traditional Drilling for Caries Removal: A Systematic Review with Meta-Analysis. *J Evid Based Dent Pract.* 2017;17(4):324-34.
4. Najeeb S, Khurshid Z, Zafar MS, Ajlal S. Applications of Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (Lasers) for Restorative Dentistry. *Med Princ Pract.* 2016;25(3):201-11.
5. Poli R, Parker S, Anagnostaki E, Mylona V, Lynch E, Grootveld M. Laser Analgesia Associated with Restorative Dental Care: A Systematic Review of the Rationale, Techniques, and Energy Dose Considerations. *Dent J (Basel).* 2020;8(4).
6. Strakas D, Gutknecht N. Erbium lasers in operative dentistry—a literature review. *Lasers in Dental Science.* 2018;2(3):125-36.
7. Matys J, Dominiak M. ASSESSMENT OF PAIN IN THE TREATMENT OF TEETH WITH ER: YAG LASER. *International Journal of Clinical Dentistry.* 2015;8(4).
8. Schuster G, Cohn M, Agostini-Walesch G, Carroll A, Mitchell JC. Patient and Clinician Experiences When Using a CO2 Laser for Cavity Preparations: Lessons learned from Prospective Clinical Research. *Applied Sciences.* 2022;12(10):4800.
9. Cardoso M, Vieira R, Sampaio Fernandes JC, et al. Efficacy and patient's acceptance of alternative methods for caries removal: A systematic review. *J Clin Med.* 2020;9(11):3407.
10. Polonsky M, Rotenberg MY, Eliezer M, et al. Review of possible predictors for pain perception with class 1–5 cavity preparations using Er,Cr:YSGG laser: A retrospective clinical in vivo study. *Lasers Dent Sci.* 2017;1:9–21.
11. Li T, Zhang Y, Chen Y, Zhang Y, Zhou J. Er:YAG laser application in caries removal and cavity preparation in children: A meta-analysis. *Lasers Med Sci.* 2019;34:273–80.
12. Alia S, Saquib S, Asif S, et al. Comparison of pain and anxiety level induced by laser vs rotary cavity preparation: An in vivo study. *Int J Clin Pediatr Dent.* 2020;13(6):590–4.
13. Verma SK, Maheshwari S, Singh RK, Chaudhari PK. Laser in dentistry: An innovative tool in modern dental practice. *Natl J Maxillofac Surg.* 2012;3(2):124–32.
14. Ugurlu F, Kulekci G, Dedeoglu N, Ozturk E. Evaluation of dental anxiety in patients undergoing dentoalveolar surgery with laser treatment. *Photomed Laser Surg.* 2013 Apr 8.
15. Al Bukhary R, Zioud M, Bshara N, et al. The local anaesthetic effect of a dental laser prior to cavity preparation: A pilot volunteer study. *Oper Dent.* 2015;40(2):129–33.
16. Heyder M, Sigusch B, Hoder-Przyrembel C, Schuetze J, Kranz S, Reise M. Clinical effects of laser-based cavity preparation on class V resin-composite fillings. *PLoS One.* 2022;17(6):e0270312.
17. Lopes RM, Trevelin LT, da Cunha SRB, et al. Dental adhesion to erbium-lased tooth structure: A review of the literature. *Photomed Laser Surg.* 2015;33(8):393–403.

18. Komabayashi T, Ebihara A, Aoki A. The use of lasers for direct pulp capping. *J Oral Sci.* 2015;57(4):277–86.
19. Chen H, Li H, Sun Y, Wang Y, Lü P. Femtosecond laser for cavity preparation in enamel and dentin. *Photobiomodul Photomed Laser Surg.* 2022;40(6):388–95.
20. Malcangi G, Patano A, Trilli I, et al. Therapeutic and adverse effects of lasers in dentistry: A systematic review. *Photonics.* 2023;10(6):650.
21. Heysselaer D, Simonis P, Vescovi P. Pain control during cavity preparation with lasers: Review of mechanisms and patient response. *Laser Ther.* 2016;25(1):15–22.
22. Nammour S, Brugnera AJ, Shibli JA, Aoki A. Laser technology in dentistry: From clinical applications to future perspectives. *Dent J.* 2024;12(1).