

O uso do laser na doença cárie em Odontopediatria:

uma revisão sistemática integrativa

Louis Gineste

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária
(Ciclo Integrado)

Gandra, 25 de maio de 2022

Louis Gineste

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária
(Ciclo Integrado)

**O uso do laser na doença cárie em
Odontopediatria:**

uma revisão sistemática integrativa

Trabalho realizado sob a Orientação de Prof. Doutora Teresa
Vale

Declaração de Integridade

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

Agradecimentos

Aos meus pais, que sempre me amaram e apoiaram, espero hoje ter-vos deixado orgulhosos;

Ao meu irmão e irmã, com quem cresci. Desejo-vos sucesso nos vossos estudos e felicidade nas vossas respetivas vidas;

Aos meus avós, pela sua gentileza e benevolência. Ao meu avô, que partiu demasiado cedo, em breve serei um dentista como tu;

A toda a minha família, aos meus tios, às minhas tias, aos meus primos;

A todos os meus velhos amigos que vi menos vezes, mas com os quais ainda tenho uma ligação forte;

Um pensamento para todos os amigos que fiz aqui em Portugal que tornaram estes anos de estudo incríveis;

Um piscar de olhos ao QLF, e a todos os momentos inesquecíveis que vivemos. Obrigado a ambos, os nossos caminhos estão a separar-se, mas espero que nossa amizade dure no tempo;

A todos os professores, que me formaram e acompanharam durante estes 5 anos. Obrigado pela vossa paciência e dedicação;

Finalmente, à Professora Teresa Vale, minha orientadora de tese. É para mim um grande orgulho terminar o meu curso com este trabalho ao vosso lado. Gostaria de agradecer você muito calorosamente para a disponibilidade e o interesse que mostrou por este trabalho, e estou-vos muito grato.

Resumo

Introdução: A cárie dentária é a doença infecciosa mais comum nas crianças. Na odontologia pediátrica, efeitos adversos tais como ruído, vibração ou contacto físico podem ser uma causa de desconforto dentário e ansiedade. O laser aparece, portanto, como um método alternativo que permite prevenir o medo dentário em crianças.

Objetivo: Comparar a eficácia e aceitação do laser para prevenir, remover e tratar lesões de cáries versus métodos e materiais dentários convencionais em crianças.

Materiais e Métodos: Foi realizada uma pesquisa bibliográfica através motores de busca Pubmed e Cochrane Library de 2002 a 2022, utilizando os MeSH terms: «Lasers», «Dental Caries», «Dental Fissures», «Child», «Pediatrics», «Randomized Controlled Trial». 14 ensaios randomizados controlados foram incluídos.

Resultados: O laser permite a redução dos *Streptococcus mutans* e aumenta a resistência do esmalte. Com o flúor, o laser tem um sinergismo positivo e reduz 39% a incidência de cárie. Durante a remoção do tecido cariado com laser, a preparação é 2,35 vezes mais longa, 82,5% das crianças não têm percepção da dor e 90% das crianças preferem essa técnica. As pulpotomias realizadas com o laser tiveram uma taxa de falha comparável ao formocresol.

Conclusão: O laser parece ser um instrumento apropriado para tratar crianças. É uma ferramenta eficaz que pode ser utilizado para prevenir, remover ou tratar cáries. O laser tem propriedades benéficas: bactericida, coagulante, bioestimulante e analgésico que reduzem o stress e a ansiedade nas crianças.

Abstract

Introduction: Dental caries is the most common infectious disease in children. In pediatric dentistry, adverse effects such as noise, vibration or physical contact can be a cause of dental discomfort and anxiety. Therefore, laser appears as an alternative method to prevent dental fear in children.

Objective: To compare the effectiveness and acceptance of laser to prevent, remove and treat dental caries versus conventional dental methods and materials in children.

Materials and Methods: A literature search was performed using Pubmed and Cochrane Library search engines from 2002 to 2022, using the MeSH terms: " Lasers ", " Dental Caries ", " Dental Fissures ", " Child ", " Pediatrics ", " Randomized Controlled Trial ". 14 randomized controlled trials were included.

Results: Laser allows reduction of *Streptococcus mutans* and increases enamel strength. With fluoride, the laser has a positive synergism and reduces caries incidence by 39%. During removal of carious tissue with laser, the preparation is 2.35 times longer, 82.5% of children have no perception of pain and 90% of children prefer this technique. The pulpotomies performed with the laser had a failure rate comparable to formocresol.

Conclusion: Laser appears to be an appropriate method to treat children. It is an effective instrument that can be used to prevent, remove or treat caries. The laser has beneficial properties such as bactericidal, coagulant, biostimulant and analgesic that reduce stress and anxiety in children.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	2
3. MATERIAIS E MÉTODOS	3
3.1. Critérios para a seleção de artigos	3
3.2. Estratégia de pesquisa	4
3.3 Seleção dos artigos	5
3.4 Avaliação da qualidade	5
4. RESULTADOS	6
4.1. Seleção dos artigos	6
4.2. Características dos artigos incluídos	7
4.3. Avaliação da qualidade	9
4.4. Resultados dos artigos	11
5. DISCUSSÃO	20
5.1. O uso do laser na terapia antibacteriana fotodinâmica	20
5.2. O uso do laser na prevenção da doença cariosa	21
5.3. O laser como método de remoção do tecido cariado	24
5.4. O uso do laser na pulpotomia	25
6. LIMITAÇÕES	28
7. CONCLUSÃO	29
8. BIBLIOGRAFIA	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma PRISMA

Figura 2: Tipo de estudo dos artigos incluídos

Figura 3: Distribuição de artigos por ano

Figura 4: Temas abordados nos artigos

ÍNDICE DE TABELAS:

Tabela 1: Critérios usados seguindo a estratégia PICOS

Tabela 2: Estratégia de pesquisa

Tabela 3: Critérios de viés RoB 2.0

Tabela 4: Avaliação da qualidade dos artigos através os critérios de viés

Tabela 5: Resultados dos artigos

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS E AVREVIATURAS

PRISMA - Itens preferenciais para revisões sistemáticas e meta-análises

LLLT - Terapia laser de baixo nível

PICOS - Paciente, Intervenção, Comparação, Resultado, Tipo do estudo

nm - Manómetros

µm - Micrómetros

OMS - Organização Mundial da Saúde

Laser Er:YAG - Laser de granada de ítrio-alumínio dopado com erbium

Laser Nd:YAG - Laser de granada de ítrio-alumínio dopado com neodímio

Laser CO₂ - Laser de dióxido de carbono

aPDT - Terapia fotodinâmica antibacteriana

SECC - Cárie severa na primeira infância

TBO - Azul de toluidina

CH - Hidróxido de cálcio

OZE - Óxido de zinco eugenol

APF - Fluoreto de fosfato acidulado

FS - Selante de fissura

ICDAS - Sistema Internacional de Detecção e Avaliação de Cárie

FC - Formocresol

MTA - Agregado de trióxido mineral

ATP - Trifosfato de adenosina

1. INTRODUÇÃO

A cárie dentária é definida pela OMS como «um processo patológico localizado, induzido externamente, que ocorre após a erupção, acompanhado pelo amolecimento dos tecidos duros e evoluindo com a formação duma cavidade». Esta doença multifatorial vai destruir o tecido dentário desde o esmalte até à polpa dentária. A cárie dentária é a doença infecciosa mais comum nas crianças. A sua prevalência é de 46,2% para os dentes decíduos e de 53,8% para os dentes permanentes (1).

Na odontologia pediátrica, a gestão das lesões cariosas requer uma atenção especial por parte do médico dentista. De facto, tem-se observado que as crianças são mais suscetíveis de desenvolver comportamentos ansiosos devido a uma falta de compreensão do ambiente e a capacidades cognitivas menos desenvolvidas. A remoção mecânica de lesões de cáries utilizando uma turbina ou um contra ângulo pode gerar vibrações e ruído, o que aumenta desconforto e medo dentário nas crianças (2).

Estas desvantagens favoreceram o aparecimento do laser em medicina dentária. De facto, o laser pode proporcionar uma remoção eficaz e minimamente invasiva da cárie dentaria em crianças (3), limitando os efeitos adversos associados de uma preparação mecânica como o ruído e vibrações. A abordagem não invasiva, seletiva e mesmo lúdica parece fazer do laser um método de eleição em odontologia pediátrica.

No total, dois tipos principais de laser surgiram na odontologia (4):

- os lasers de comprimento de onda curta (805 até 1064 nm) que são absorvidos principalmente por hemoglobina e melanina, componentes de tecido mole. Estes são o laser argon, o laser díodo e o laser Nd:YAG.
- os lasers de comprimento de onda longa (2,940 até 10,600 nm) que são principalmente absorvidos por hidroxiapatite e água, componentes de tecido duro. Estes são o laser de érbio e o laser CO₂.

A luz criada pelo laser é obtida pelo princípio físico da emissão estimulada com amplificação de um fóton. Esta luz tem três propriedades principais: é coerente, monocromática e colimada. O laser pode ser usado como um método preventivo para aumentar a resistência do esmalte ou também para a remoção de lesões cárias através do seu efeito termo mecânico.

2. OBJETIVOS

Neste trabalho, queríamos comparar o uso do laser em odontologia pediátrica com métodos e materiais dentários convencionais utilizados para prevenir ou tratar lesões de cárie. Então, realizámos uma revisão sistemática da literatura, incluindo ensaios clínicos randomizados e controlados.

Objetivos:

- O laser é eficaz na prevenção, remoção e tratamento de cárie dentária em crianças?
- Na prática clínica odontopediátrica, será o laser suscetível de proporcionar um benefício significativo em relação a outros métodos ou materiais convencionais para prevenir ou tratar uma lesão cária?

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Critérios para a seleção de artigos

O protocolo de revisão utilizado para esta revisão sistemática integrativa foi o das recomendações PRISMA (Declaração PRISMA), usando a lista de verificação PRISMA disponível em <http://www.prisma-statement.org/documents/PRISMA-P-checklist.pdf> e o fluxograma PRISMA disponível em <http://www.prisma-statement.org/PRISMAStatement/FlowDiagram>.

Os estudos incluídos na revisão sistemática foram selecionados seguindo a estratégia PICOS, com os critérios abaixo (**Tabela 1**):

Paciente, População, Problema	Crianças menores de 18 anos, com doença cárie
Intervenção	Utilização de laser para a prevenção, tratamento ou remoção de cárie dentária
Comparação	Grupo de controlo: utilizando materiais e técnicas dentárias convencionais (instrumentos rotativos, hidróxido de cálcio...)
Resultados	Tempo de funcionamento, retenção de restauração, redução de bactérias e eliminação de tecidos cariados, aceitação por parte das crianças
Tipo de estudo	Ensaio controlado randomizado (RCT)

Tabela 1: Critérios usados seguindo a estratégia PICOS

Critérios de inclusão:

- Ensaio clínico controlado e randomizado sobre o uso do laser em doença cárie nas crianças
- Ensaio in vivo em humanos
- Idade entre 0 e 18 anos
- Datação de 2002 até 2022
- Disponibilidade: artigos completos, não restritos e relacionados com o tema

Critérios de exclusão:

- Resultados não relevantes
- Falta de metodologia do ensaio clínico
- Ensaio não publicados em inglês ou português ou francês
- Resumo não relacionado com o tema
- Artigos anteriores a 2002

3.2. Estratégia de pesquisa

Foi realizada uma pesquisa eletrónica utilizando os motores de busca seguintes: Pubmed e Cochrane Library de 2002 a 2022, utilizando os seguintes MeSH terms: « Lasers », «Dental Caries», « Dental Fissures », « Child », « Pediatrics », « Randomized Controlled Trial ». A estratégia de pesquisa é detalhada na **Tabela 2**.

Bases de dados	Estratégia de pesquisa	Total de artigos	Artigos selecionados
PubMed	Lasers AND (Dental Caries OR Dental Fissures) AND (Child OR Pediatrics) AND (Randomized Controlled Trial)	53	17
Cochrane Library	Lasers AND (Dental Caries OR Dental Fissures) AND (Child OR Pediatrics) AND (Randomized Controlled Trial)	30	3

Tabela 2: Estratégia de pesquisa

3.3 Seleção dos artigos

Etapa 1:

A seleção de artigos para a revisão sistemática foi feita através da utilização de dois motores de busca eletrónicos: PubMed e Cochrane Library. Foi realizada uma pesquisa avançada utilizando o seguintes MeSH terms: «Lasers», «Dental Caries», «Dental Fissures», «Child», «Pediatrics», «Randomized Controlled Trial». Dois filtros foram aplicados na pesquisa: o filtro de ensaios controlados randomizados e o filtro de intervalo de ano (2002 a 2022). Depois, as duplicações foram eliminadas utilizando a ferramenta de citação de Mendeley.

Etapa 2:

Os artigos pré-elegíveis foram sujeitos a uma avaliação do título e do resumo. Os artigos que não estavam relacionados com o nosso tema foram removidos.

Etapa 3:

Os artigos pré-elegíveis foram lidos completamente e os artigos que respondiam ao nosso objetivo e satisfaziam os critérios de inclusão e exclusão, foram incluídos na revisão sistemática.

3.4 Avaliação da qualidade

Foi realizada a avaliação do risco de viés para os estudos randomizados controlados nos artigos incluídos na nossa revisão sistemática. Para este, os artigos foram avaliados relativamente às diferentes fontes de viés presentes no Manual de Colaboração Cochrane (RoB 2.0) para determinar o risco de viés. Havia 7 critérios de viés, cada uma foi classificada como alta, indeterminada, ou, baixa. A **tabela 3** mostra os 7 critérios de viés avaliados.

Domínio de viés	Critérios de viés
Viés de seleção	1. Geração de sequência aleatória
	2. Ocultação de alocação
Viés de performance	3. Cegamento dos participantes e profissionais
Viés de detecção	4. Cegamento dos avaliadores
Viés de atrito	5. Desfechos incompletos
Viés de relato	6. Relato de desfecho seletivo
Outros tipos de viés	7. Qualquer outra coisa

Tabela 3: Critérios de viés RoB 2.0

4. RESULTADOS

4.1. Seleção dos artigos

Etapa 1:

A pesquisa bibliográfica eletrônica permitiu identificar um total de 83 artigos. Depois, foram excluídos 16 artigos duplicados.

Etapa 2:

Depois, 67 artigos foram avaliados segundo o seu título e o seu resumo. 47 artigos foram eliminados após avaliação do título ou resumo.

Etapa 3:

20 artigos foram avaliados para uma leitura completa e 6 destes foram eliminados por não cumprirem os critérios de inclusão. Assim, 14 artigos foram incluídos na revisão sistemática integrativa. O processo de seleção dos artigos é mostrado no fluxograma PRISMA (**Figura 1**).

Identificação dos estudos através de bases de dados e registos

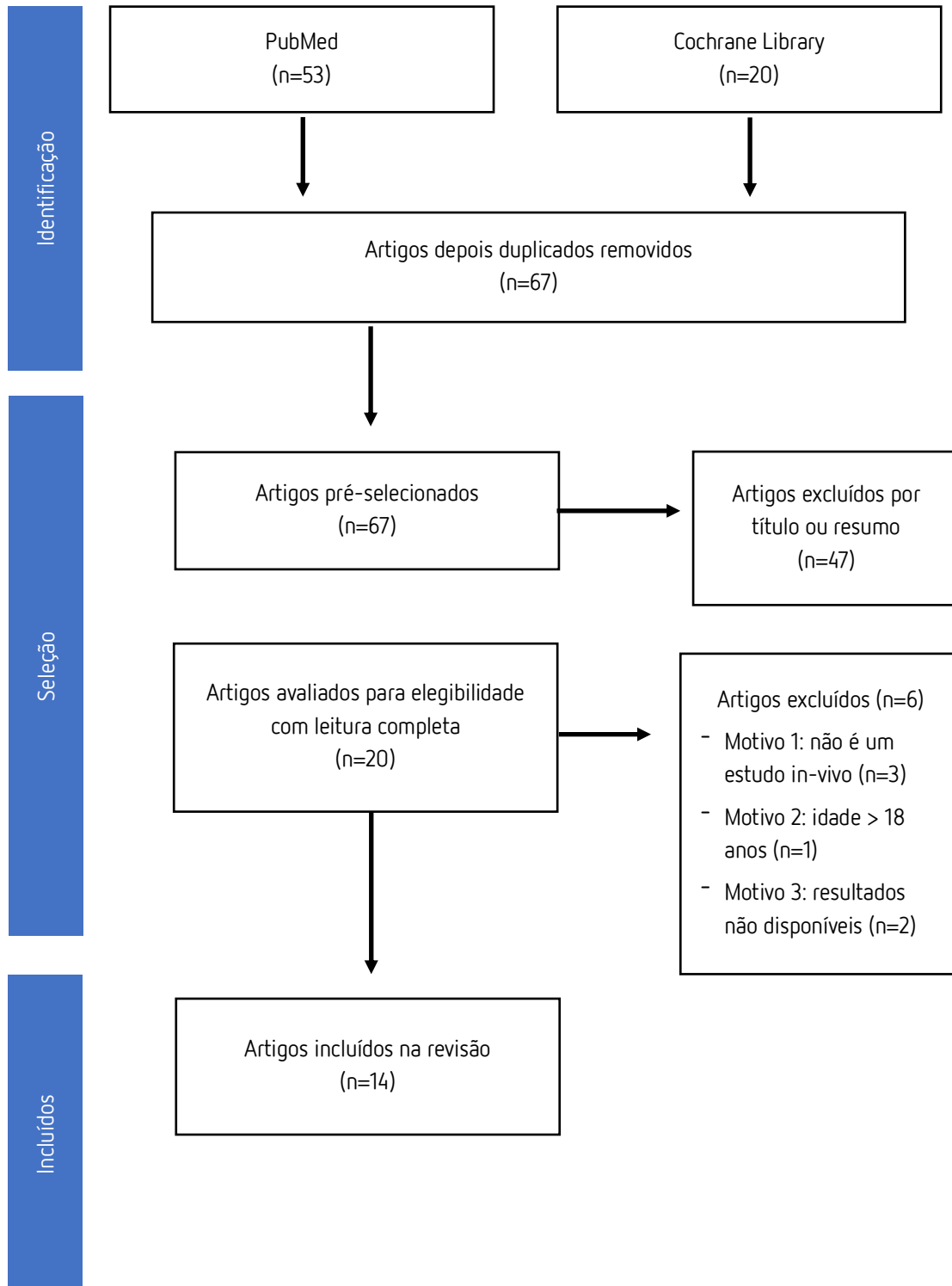


Figura 1 : Fluxograma PRISMA

4.2. Características dos artigos incluídos

Tipo de estudo

Quanto ao tipo de estudo, todos os 14 artigos incluídos foram ensaios controlados randomizados (100%). Isto é explicado pelos critérios de inclusão desta revisão sistemática. A **figura 2** ilustra esta distribuição do tipo de estudo.

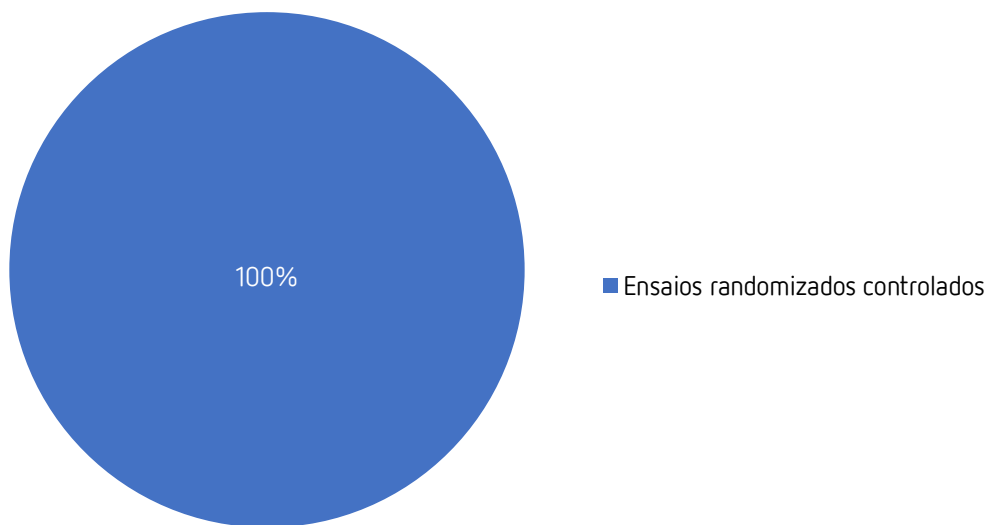


Figura 2: Tipo de estudo dos artigos incluídos

Data de publicação

Em relação à data de publicação dos artigos incluídos, foi elaborado um diagrama mostrando o número de artigos de acordo com o ano. Isto permite-nos obter uma visão geral da distribuição dos artigos de acordo com o ano de publicação. Assim, o ano 2015 tem o maior número de artigos com 3 artigos (22 %). Os anos 2019 e 2021 têm 2 artigos cada um (14,5 %) e finalmente os anos 2006, 2009, 2011, 2012, 2016, 2017, 2020 tem 1 artigo cada um (7 %). A **figura 3** mostra a distribuição dos artigos por ano.

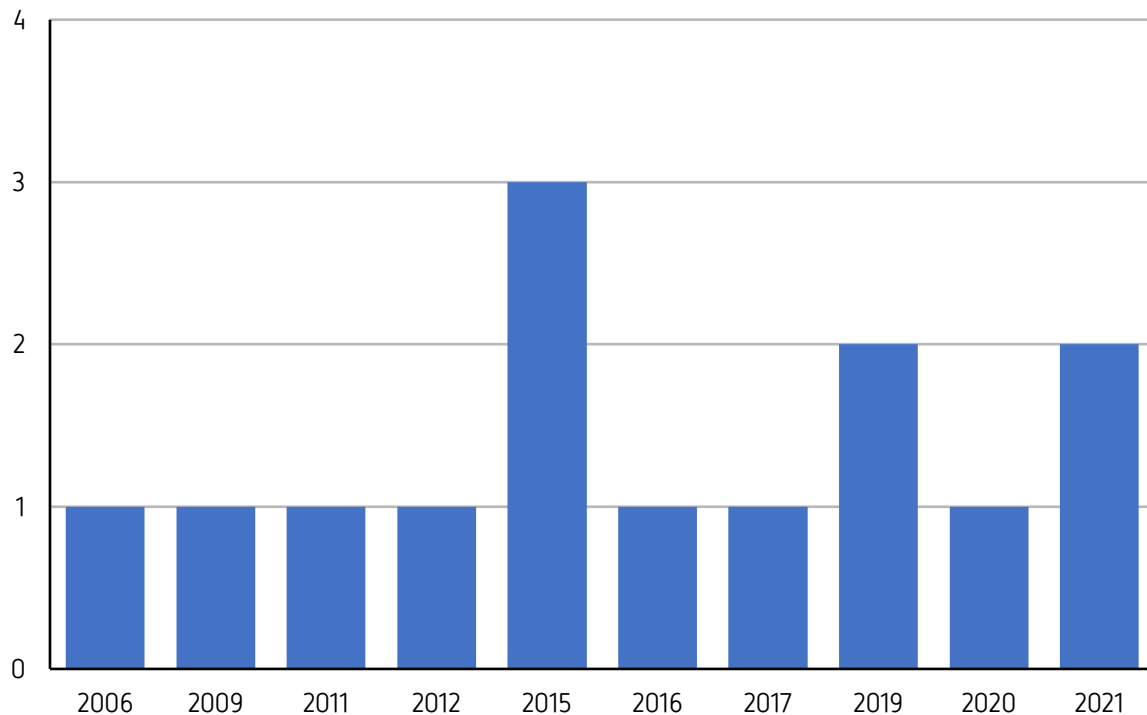


Figura 3: Distribuição de artigos por ano

Temas abordados

Determinámos as diferentes áreas de utilizações do laser nos 14 artigos incluídos na nossa revisão sistemática. Assim, 6 artigos (43%) apresentam o laser como um método de prevenção de cárie e 4 outros (29%) como um método de pulpotomia. Depois, 2 artigos (14%) estão relacionados com a preparação da cavidade e aceitação do laser e 2 outros (14%) sobre a terapia fotodinâmica antimicrobiana por laser. A **figura 4** mostra a distribuição dos artigos por tema.

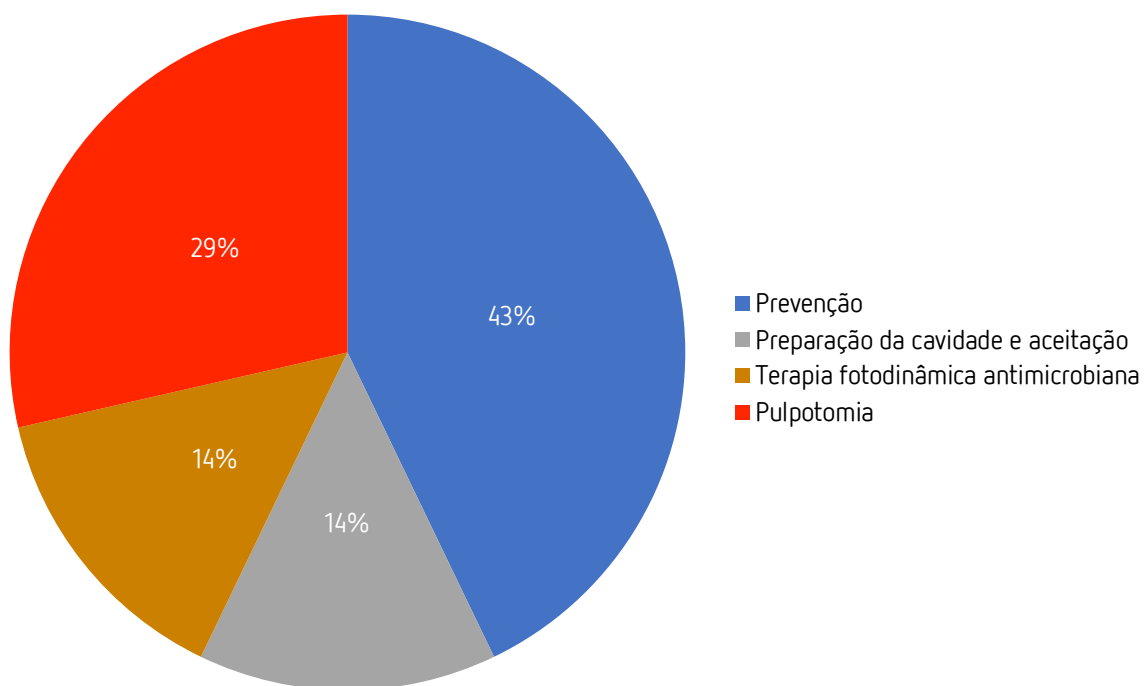


Figura 4: Temas abordados nos artigos

4.3. Avaliação da qualidade

O risco de viés dos artigos incluídos na nossa revisão sistemática foi avaliado utilizando os 7 critérios de viés presentes no Manual de Colaboração Cochrane (RoB 2.0). Para cada artigo, cada critério foi classificado da maneira seguinte: alto, indeterminado, ou, baixo. O risco geral de viés era baixo para todos os estudos randomizados. A **tabela 4** resume a metodologia que foi aplicada para analisar os critérios de viés para cada artigo.

	Geração de sequência aleatória	Ocultação de alocação	Cegamento dos participantes e profissionais	Cegamento dos avaliadores	Desfechos incompletos	Relato de desfecho seletivo	Qualquer outra coisa
Rechmann P. e al (2020)	●	●	●	●	●	●	●
Brandão CB. e al (2020)	●	●	●	●	●	●	●
Aripirala M. e al (2021)	●	●	●	●	●	●	●
Raucci-Neto W. e al (2013)	●	●	●	●	●	●	●
Valério RA. e al (2015)	●	●	●	●	●	●	●
Alves LVGL. e al (2019)	●	●	●	●	●	●	●
Zezell DM. e al (2009)	●	●	●	●	●	●	●
Bargrizan M. e al (2017)	●	●	●	●	●	●	●
Liu JF. e al (2006)	●	●	●	●	●	●	●
Huth KC. e al (2011)	●	●	●	●	●	●	●
Marques NC. e al (2014)	●	●	●	●	●	●	●
Durmus B. e al (2015)	●	●	●	●	●	●	●
Rechmann P. e al (2011)	●	●	●	●	●	●	●
Niranjani K. e al (2015)	●	●	●	●	●	●	●

● Risco baixo

● Risco moderado

● Risco elevado

Tabela 4: Avaliação da qualidade dos artigos através os critérios de viés

4.4. Resultados dos artigos

A **tabela 5** resume e organiza as informações dos 14 artigos incluídos nesta revisão sistemática. Assim, para cada artigo encontramos: os nomes dos autores e o ano de publicação, o título, o objetivo, a idade e o número de participantes, as técnicas avaliadas, os resultados e a conclusão.

Autores e ano de publicação	Título	Objetivo	Amostra	Técnicas avaliadas	Resultados	Conclusão
Liu JF. e al (2006)	Aceitação e Eficiência do Laser Er:YAG para Preparação de Cavidades em Crianças.	Avaliar a eficiência clínica e a aceitação do paciente durante a preparação da cavidade em crianças.	40 crianças entre 4 aos 12 anos de idade.	<p><u>Grupo 1:</u> Er:YAG laser.</p> <p><u>Grupo 2:</u> uma peça de mão convencional de alta velocidade.</p> <p><u>Parâmetros do laser Er:YAG:</u> comprimento de onda de 2940 nm, uma potência de 700 mJ, com uma classificação de 10 impulsos por segundo e uma distancia de 1 mm.</p>	<p>Com o laser 82,5% das crianças não têm percepção da dor e 90% das crianças preferem essa técnica.</p> <p>A preparação com Er:YAG laser é 2,35 vezes mais longa.</p>	<p>O Er:YAG laser produz menos dor e tem uma eficiência aceitável.</p> <p>O Er:YAG laser parece ser uma boa opção para crianças ansiosas.</p>

Zezell DM. e al (2009)	Nd:YAG Laser na Prevenção de Cáries: Um ensaio clínico.	Avaliar os efeitos do laser Nd:YAG com aplicação tópica de fluoreto de fosfato acidulado (APF), para prevenir a desmineralização do esmalte.	33 crianças e adolescentes com idades entre 7 e 15 anos.	<p><u>Grupo 1:</u> Nd:YAG</p> <p><u>Grupo 2:</u> apenas aplicação APF (grupo de controlo).</p> <p><u>Parâmetros do laser Nd:YAG:</u> 1064 nm, 60 mJ/pulso, a uma taxa de repetição de 10 Hz e fluência de 84,9 J/cm², com uma fibra ótica de quartzo de 300 mm em modo de contacto.</p>	<p>Após 1 ano, redução de 39,2% na incidência de cáries no grupo laser.</p> <p>O número de manchas brancas ou cavidades de cárie diminuiu significativamente no grupo laser Nd:YAG (P = 0.0043).</p>	O Nd:YAG laser com aplicação tópica de flúor é um método eficaz para a prevenção de cárie em dentes permanentes.
Huth KC. e al (2011)	Eficácia a longo prazo de quatro técnicas de pulpotomia: ensaio controlado aleatório de 3 anos.	Determinar a eficácia relativa do laser Er:YAG, hidróxido de cálcio e sulfato férrico em comparação com o formocresol diluído durante 3 anos.	107 crianças com idade não superior a 8 anos.	<p><u>Grupo 1:</u> Er:YAG laser.</p> <p><u>Grupo 2:</u> hidróxido de cálcio.</p> <p><u>Grupo 3:</u> sulfato férrico.</p> <p><u>Grupo 4:</u> formocresol diluído (grupo controlo).</p> <p><u>Parâmetros do laser Er:YAG :</u> comprimento de onda de 2,94 µm, frequência de 2 Hz e 180 mJ por impulso sem arrefecimento de água, o número médio de impulsos laser por dente foi de 31,5 ± 5,9.</p>	As pulpotomias com o laser Er:YAG tiveram uma taxa de falha total comparável (27%) ao formocresol (28%) ao fim de 3 anos.	O Er:YAG laser mostrou o mesmo nível de eficácia que o formocresol.

<p>Rechmann P. e al (2011)</p>	<p>Inibição da cárie em dentes vitais usando 9,6-μm CO2 laser irradiação.</p>	<p>Determinar se a irradiação com o CO2 laser inibe significativamente a desmineralização do esmalte.</p>	<p>24 sujeitos com braquetes ortodônticos com idade de 14,9 \pm 2,2 anos.</p>	<p><u>Grupo 1:</u> laser CO2 <u>Grupo 2:</u> uma área de controlo não irradiada sobre o mesmo dente (grupo controlo). <u>Parâmetros do laser CO2:</u> laser com comprimento de onda 9,6 μm, duração do pulso 20 μs, taxa de repetição de pulso 20 Hz, diâmetro do feixe 1100 μm, fluência média 4,1 \pm 0,3J/cm², 20 pulsos laser por ponto.</p>	<p>O tratamento laser produziu 46 % de inibição da desmineralização durante as 4 semanas e uma inibição acentuada de 87 % para o braço de 12 semanas.</p>	<p>A irradiação laser CO2 de 9,6-μm de curta pulsação pode ser utilizada com sucesso para a inibição da cárie dentária no esmalte.</p>
<p>Raucci-Neto W. e al (2013)</p>	<p>Nd:YAG laser na prevenção da cárie oclusal dos dentes primários: Um ensaio clínico aleatório.</p>	<p>Avaliar o laser Nd:YAG, com ou sem flúor, na prevenção da cárie oclusal na dentição primária.</p>	<p>52 crianças com alto risco de cárie (7,6 \pm 1,4 anos).</p>	<p><u>Grupo 1:</u> selante de resina e controlo negativo. <u>Grupo 2:</u> irradiação laser e controlo negativo. <u>Grupo 3:</u> fluoreto de fosfato acidulado (APF) + laser e APF apenas. <u>Grupo 4:</u> verniz flúor + laser e apenas verniz flúor. <u>Parâmetros do laser Nd:YAG :</u> 1064 nm, energia de 50 mJ, frequência de 10 Hz, densidade de potência de 0,5</p>	<p>Só o laser e o selante de resina resultaram numa formação de cárie estatisticamente inferior à do grupo de controlo negativo ($p < 0,05$).</p>	<p>O Nd:YAG laser previne efetivamente a cárie oclusal em fossas e fissuras nos dentes primários quando é usado sozinho.</p>

				W e densidade energética de 73,9 J/cm ² , com um tempo de irradiação de 30 s, com uma fibra ótica de quartzo 300- μ m em modo de contacto.		
Marques NC. e al (2014)	Terapia laser de baixo nível como alternativa para a pulpotomia em dentes primários humanos.	Avaliar os efeitos da terapia laser de baixo nível na resposta pulpar dos dentes primários.	16 crianças de 6 a 9 anos, com idade média de 8 anos e 1 mês.	<p><u>Grupo 1:</u> formocresol.</p> <p><u>Grupo 2:</u> hidróxido de cálcio.</p> <p><u>Grupo 3:</u> LLLT com InGaAIP laser + óxido de zinco/eugenol.</p> <p><u>Grupo 4:</u> LLLT+ hidróxido de cálcio.</p> <p><u>Parâmetros do laser InGaAIP:</u> comprimento de onda de 660 nm, 10-mW de potência, 2,5 J/cm² de densidade de energia, 50-60-Hz de frequência, 0,04-cm² de diâmetro do feixe, e tempo de irradiação de 10s em modo contínuo.</p>	Os grupos submetidos à terapia laser apresentaram respostas mais satisfatórias relativamente ao processo de reparação.	A terapia laser de baixo nível com a utilização de hidróxido de cálcio exibiu resultados satisfatórios na cicatrização do tecido pulpar.

<p>Valério RA. e al (2015)</p>	<p>Remoção de cárie em dentes decíduos usando um laser Er:YAG: um ensaio clínico aleatório de boca-dividida.</p>	<p>Avaliar a eficácia e eficiência de um laser Er:YAG para remoção de cárie em molares primários.</p>	<p>29 crianças entre os 6 e 10 anos de idade.</p>	<p><u>Grupo 1:</u> Er:YAG laser (2.94 µm, 250 mJ, 4 Hz). <u>Grupo 2:</u> preparação mecânica (turbina de baixa velocidade com brocas diamantadas #1012 e #1014). <u>Parâmetros do laser Er:YAG:</u> comprimento de onda de 2940 nm, uma energia de impulso de 250 mJ, uma frequência de impulso de 4 Hz, um diâmetro de feixe de saída de 0,9 mm, uma densidade de energia de 39 J/cm², no modo sem contacto com distância focal de 7 mm.</p>	<p>A eficiência (em segundos) do laser Er:YAG para remoção de cárie foi estatisticamente inferior. A eficácia da remoção da cárie da parede pulpar foi semelhante entre os dois grupos. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre as restaurações colocadas após a remoção da cárie com o laser Er:YAG ou com a turbina.</p>	<p>A preparação mecânica é mais eficiente para a remoção de cáries em dentes primários. Tanto o laser Er:YAG como o método de preparação mecânica foram eficazes para a remoção de cárie da parede pulpar. As restaurações colocadas após a remoção da cárie utilizando o Er:YAG laser foram clinicamente aceitáveis.</p>
<p>Durmus B. e al (2015)</p>	<p>Avaliação clínica de um Selante de Fissura Colocado por ataque ácido ou Laser Er:YAG Combinado com ataque ácido.</p>	<p>Avaliar a eficácia do ataque ácido convencional sozinho e do laser Er:YAG combinado com ataque ácido sobre a retenção do selante de fissuras (FS) dos primeiros</p>	<p>51 crianças de 7-10 anos (idade média de 8,14 ± 0,88 anos), categorizadas</p>	<p><u>Grupo 1:</u> ataque ácido sozinho. <u>Grupo 2:</u> laser Er:YAG combinado com ataque ácido. <u>Parâmetros do laser Er:YAG:</u> comprimento de onda: 2,94</p>	<p>A taxa de retenção para FS no grupo laser + ácido foi significativamente mais elevada do que a do grupo ácido com</p>	<p>Como pré-tratamento do esmalte, o laser Er:YAG combinado com ataque ácida melhora significativamente a retenção de FS em</p>

		molares permanentes (FPMs) após 18 meses.	como de alto risco de cárie.	µm; potência: 2 W; saída de energia: 120 mJ; duração do impulso curto (SP); frequência : 10 Hz; modo sem contacto com uma distância de 1 a 2 mm.	12 (p = 0,0161) e 18 (p = 0,0227) meses.	relação à ataque ácido sozinho.
Niranjani K. e al (2015)	Avaliação clínica do sucesso da Pulpotomia em dentes primários usando Trióxido Mineral Aggregate®, Laser e Biodentine™ Um Estudo In Vivo.	Avaliar o sucesso e eficácia do Agregado de Trióxido Mineral (MTA), Lasers e Biodentine como agentes de pulpotomia tanto clínica como radiograficamente.	60 crianças com idades compreendidas entre os 5 e os 9 anos.	<u>Grupo 1:</u> laser de dióxido. <u>Grupo 2:</u> MTA <u>Grupo 3:</u> Biodentine™. <u>Parâmetros do laser de dióxido:</u> comprimento de onda de 810 nm com o modo de contacto pulsado, aplicação durante 2 segundos por ponta de fibra ótica e 1,5 watt de potência.	Os resultados mostraram que a taxa máxima de sucesso foi encontrada no grupo MTA. No entanto, a comparação entre três grupos não foi estatisticamente significativa (p>0,05).	As pulpotomias realizadas com MTA, Laser ou Biodentine™ são igualmente eficientes com sucesso clínico/radiográfico semelhante. Elas podem ser consideradas como alternativas ao Formocresol.
Bargrizan M. e al (2017)	Efeitos da terapia fotodinâmica antibacteriana nos estreptococos salivares de mutantes em crianças de 5 a 6 anos com cárie infantil grave.	Avaliar o efeito antimicrobiano da terapia fotodinâmica antibacteriana (A-PDT) em estreptococos salivares de mutantes em crianças de 5-6 anos de idade com cáries severas na	56 crianças com idades compreendidas entre os 5 e 6 anos.	<u>Grupo 1:</u> azul de toluidina (TBO). <u>Grupo 2:</u> laser de dióxido. <u>Grupo 3:</u> TBO + laser de dióxido. <u>Grupo 4:</u> nenhuma intervenção (grupo de controlo).	A eficácia antimicrobiana do TBO com o laser de dióxido era superior à do laser de dióxido ou TBO sozinho.	O aPDT pode ser utilizado para diminuir a contagem salivar de estreptococos mutantes em crianças com SECC.

		primeira infância (SECC).		<u>Parâmetros do laser de diodo:</u> 633 nm de comprimento de onda (dominante contínuo), potência de 20 mW, 6 J/cm ² de densidade de energia		
Alves LVGL. e al (2019)	Influência da terapia fotodinâmica antimicrobiana na lesão cáriosa. Ensaio clínico aleatório de boca-dividida em molares primários.	Avaliar o efeito do A-PDT na redução de Streptococcus mutans e o seu efeito nas restaurações finais.	20 crianças entre 6 e 8 anos de idade com cárie ativa e cavitação dentinária.	<u>Grupo 1:</u> um pré-tratamento com aPDT foi feito antes da restauração. <u>Grupo 2:</u> sem pré-tratamento antes da restauração. <u>Parâmetros do laser InGaAIP:</u> comprimento de onda de 660 nm, região do espectro da luz vermelha, 100 mW de potência, 640 J / cm ² de densidade de energia, durante 180 segundos.	A redução de Streptococcus mutans foi de 76,4% após a remoção das cáries, mas associada ao aPDT foi de 92,6%. Após 6 meses de avaliação clínica, não foi encontrada diferença entre grupos para retenção, adaptação marginal, cor, descoloração marginal, e cáries secundárias.	O A-PDT pode ser utilizado como tratamento adicional contra microrganismos cariogênicos após a remoção seletiva da cárie sem comprometer as restaurações de resina composta.

<p>Rechmann P. e al (2020)</p>	<p>Inibição da cárie de fissuras com um laser de CO2 9.3-µm de pulso curto - um ensaio clínico aleatório, mono-cego, controlado de boca-dividida, de 1 ano.</p>	<p>Avaliar se a utilização de um laser CO2 de 9,3-µm de pulso curto aumenta a resistência à cárie das fissuras oclusais.</p>	<p>60 participantes idade média 13,1 anos.</p>	<p><u>Grupo 1:</u> tratamento com laser CO2 e flúor. <u>Grupo 2:</u> tratamento com flúor (grupo de controlo). <u>Parâmetros do laser CO2:</u> comprimento de onda 9,3 µm, duração do pulso 4 µs, taxa de repetição de pulso 43 Hz, diâmetro do feixe 250 µm, fluência média 3,9 J/cm², 20 pulsos de laser por ponto, em modo sem contacto com diâmetro do feixe de 0,25 mm.</p>	<p>As diferenças nas alterações do ICDAS entre os grupos foram estatisticamente significativas: os dentes de controlo mostraram aumentos do ICDAS significativamente mais elevados em comparação com as superfícies tratadas com o laser.</p>	<p>A irradiação com o laser CO2 de 9,3-µm de pulso curto inibe a progressão da cárie em sulcos e fissuras em comparação com o verniz fluoreto sozinho. O laser CO2 de 9.3-µm aumenta a resistência à cárie nos sulcos e fissuras.</p>
<p>Brandão CB. e al (2020)</p>	<p>Eficácia dos lasers de CO2 na prevenção da cárie dentária em primeiros molares permanentes parcialmente erupcionados: um ensaio clínico aleatório de 18 meses.</p>	<p>Avaliar a utilização de um laser CO2 com ou sem aplicação tópica de fluoretos acidulados na prevenção de cárie dentária em primeiros molares permanentes parcialmente erupcionados.</p>	<p>61 crianças saudáveis em alto risco de cárie, todas entre os 6 e 8 (7,1 ± 0,8) anos de idade.</p>	<p><u>Grupo 1:</u> (L) CO2 laser. <u>Grupo 2:</u> (FL) 1,23% gel de flúor ácido e CO2 laser. <u>Grupo 3:</u> (V) 5% verniz de flúor. <u>Grupo 4:</u> (S) selante (grupo de controlo).</p>	<p>Não houve diferenças significativas entre os tratamentos em comparação com os selantes.</p>	<p>A utilização de um laser CO2 com ou sem fluoretos acidulados demonstrou ser eficaz na prevenção de cáries na superfície oclusal de primeiros molares permanentes parcialmente erupcionados em</p>

				<p><u>Parâmetros do laser CO2:</u> com comprimento de onda de 10,6 µm, densidade energética = 0,066 J/cm², potência média = 0,5 W, energia por impulso = 0,05 mJ, tempo de trabalho = 100 µs, modo sem contacto com uma distância do sítio alvo de 4 mm.</p>		crianças em alto risco de cárie.
Aripirala M. e al (2021)	Avaliação comparativa de laser de diodo e gel de sinvastatina em pulpotomia de primário Molares: Um ensaio clínico aleatório.	Avaliar e comparar a eficácia clínica e radiográfica do laser de diodo (DL) e do gel de sinvastatina (SG) na pulpotomia de molares primários cariados.	98 crianças com 4-8 anos de idade que necessitam uma pulpotomia.	<p><u>Grupo 1:</u> laser do diodo.</p> <p><u>Grupo 2:</u> sinvastatina: uma bolinha 2 mm x 2 mm de gel esterilizado.</p> <p><u>Parâmetros do laser de diodo:</u> comprimento de onda 940 nm, com 2 watts de potência, 4J/cm² de energia, e 70-80 Hz de frequência no modo de pulso fechado, em modo de contacto.</p>	O grupo DL mostrou taxas de sucesso clínico e radiográfico de 76,1% e 52,1%, enquanto o grupo SG mostrou taxas de sucesso de 80,4% e 65,2%, respetivamente.	Tanto o SG como o DL tiveram uma eficácia semelhante para a pulpotomia dentária primária, clínica e radiograficamente após 12 meses.

Tabela 5: Resultados dos artigos

5. DISCUSSÃO

Esta revisão sistemática integrativa tem como objetivo discutir do uso do laser em doença cariosa em Odontopediatria. Para apresentar a sua eficácia e destacar as suas vantagens e desvantagens, o laser foi comparado com métodos e materiais convencionais já utilizados para o tratamento de lesões cariosas em medicina dentária. Para isto, foram incluídos 14 ensaios randomizados aleatórios que cumpriam os critérios de inclusão.

5.1. O uso do laser na terapia fotodinâmica antibacteriana

Nesta revisão sistemática, 2 artigos discutiram a utilização do laser como uma terapia para diminuir as bactérias envolvidas na doença da cárie em crianças. Assim, apresentam a terapia antibacteriana fotodinâmica como um meio de minimizar e controlar a doença cariosa (5,6).

De facto, a presença de bactérias acidogénicas e acidúricas afetam o início e a progressão da cárie infantil. O *Streptococcus mutans* é a principal causa de cárie devido à sua colonização e formação de biofilme nas superfícies dentárias. A terapia antibacteriana fotodinâmica (aPDT) também conhecida como desinfeção fotoativa apareceu em medicina dentária no contexto da gestão da cárie dentária, uma vez que os microrganismos não são totalmente removidos com a remoção seletiva da cárie (7). É utilizado para diminuir a contagem salivar de *Streptococcus mutans*. O seu mecanismo de ação é baseado numa reação que envolve um fotosensibilizador não tóxico e luz visível. A combinação destes dois fatores na presença de oxigénio inicia uma cascada de eventos biológicos por geração de espécies reativas de oxigénio que leva à apoptose e morte celular (8).

Bargrizan M. e al (5) avaliaram a eficácia de agentes antimicrobianos ativados com um laser de diódo 633 nm contra *Streptococcus mutans* em amostras salivares de pacientes com SECC. O estudo revela que o laser usado sozinho reduz os *Streptococcus mutans*. Mostra também que a combinação do laser com TBO é mais eficaz na redução de *Streptococcus mutans* do que o TBO ou apenas o laser.

O laser de diodo sozinho tem, portanto, um poder bactericida, e este é aumentado quando o laser é combinado com TBO.

Alves LVGL. e al (6) avaliaram também o efeito do aPDT na redução dos *Streptococcus mutans*. Neste estudo, um pré-tratamento com aPDT com um laser InGaAlP 660 nm foi feito em crianças com cárie ativa e cavitação dentina antes da restauração. Com a aplicação do aPDT, foi observada uma redução total dos *Streptococcus mutans* de 92,6% contra 76,4% no grupo sem pré-tratamento. Portanto, o aPDT é uma técnica viável para a remoção seletiva da cárie, contribuindo para a redução de microrganismos sem interferir com o sucesso clínico da restauração.

Assim, ambos os estudos concordam que o tratamento de carie com aPDT é um método eficaz para diminuir os *Streptococcus mutans*, envolvidos na doença cariosa. O poder bactericida do laser tem benefícios tais como ação rápida, eliminando bactérias e diminuindo o seu desenvolvimento. Estimula a reparação e a cura do tecido dentário, aumentando as probabilidades de um tratamento bem-sucedido.

5.2. O uso do laser na prevenção da doença cariosa

Nesta revisão sistemática, 6 artigos discutiram a utilização de lasers como um método preventivo para evitar o desenvolvimento de lesões cariosas (9–14).

Na literatura, estudos demonstraram que a energia do laser é absorvida pelo esmalte e convertida em calor (15). Este fenômeno altera significativamente a permeabilidade, a cristalinidade, e a solubilidade ácida do esmalte. Essas modificações ultra-estruturais e químicas sobre o esmalte irradiado promovem uma difusão de moléculas e íons dentro e fora do esmalte que irá desempenhar um papel na sua resistência.

O laser pode ser utilizado sozinho como método preventivo. Para destacar esta técnica, Rechmann P. e al (9) estudaram a utilização do laser sozinho para prevenir cárie dentária. Neste estudo, foi aplicado uma irradiação com um laser CO₂ de 9,6 µm sobre pré-molares nas crianças com braquetes ortodônticos. Foi observada uma inibição de desmineralização de 46% na 4ª semana e de 87% na 12ª semana. Uma remineralização melhorada devido ao laser durante o período de observação também foi notada. Este estudo mostra pela primeira vez in-vivo que o laser CO₂ aumenta a resistência à dissolução do esmalte e é, portanto, um método de prevenção eficaz que inibe a formação de lesões de cárie em torno de braquetes ortodônticos. Estes resultados são apoiados pelo estudo realizado por Raucci-Neto W. e al (10) o que mostra que o laser Nd:YAG 1064 nm reduziu a incidência de cáries em comparação com o grupo de controlo de não tratamento.

Assim, a irradiação do esmalte com laser CO₂ ou Nd:YAG reduz a desmineralização e consequentemente cavidades cariosas podem ser evitadas. O laser parece ser um método eficaz de prevenção de cárie dentária em crianças.

O laser também pode ser utilizado em combinação com flúor. Na realidade, o esmalte irradiado com laser podia reter iões de flúor durante mais tempo do que o esmalte não irradiado, aumentando a sua resistência à desmineralização ao longo do tempo (16). O calor causado por irradiação do laser leva a uma hidroxiapatita menos solúvel em ácido e promove a formação de microporos no esmalte. Este fenómeno químico induz a formação de fluorapatite por incorporação de flúor na superfície do esmalte.

Um primeiro estudo de Brandão CB. e al (11) demonstrou que o laser de CO₂ 10,6 µm com fluoretos acidulados é eficaz na prevenção da cárie na superfície oclusal. Zezell DM. e al (12) demonstraram que a irradiação com laser Nd:YAG 1064 nm com aplicação tópica de fluoreto de fosfato acidulado (APF) proporcionou uma redução de 39% na incidência de cárie em comparação com o grupo de controlo só com APF. Observou-se que o esmalte irradiado com laser podia reter iões fluoretos por mais tempo do que o esmalte não irradiado. A aplicação de APF combinada com o laser Nd:YAG

confirmou o aumento da resistência na desmineralização do esmalte, superando os resultados obtidos apenas com a aplicação de flúor.

Um outro estudo conduzido por Peter Rechmann e al (13) analisou durante um período de 12 meses os sulcos de molares onde foi aplicado um gel de fluoreto com ou sem a aplicação de um feixe laser de CO₂ de 9,6 µm. Os resultados foram quantificados através de exames visuais com ICDAS, SOPROLIFE luz do dia, fluorescência azul, e DIAGNOdent. Foi demonstrado que o laser de CO₂ 9.6 µm inibe significativamente a progressão de cárie em fissuras em comparação com a utilização de um verniz fluoreto sozinho.

Assim, a irradiação do esmalte apenas com laser parece ser um método eficaz de prevenção de cárie em crianças. Da mesma maneira, a irradiação do esmalte com laser CO₂ e Nd:YAG combinado com a aplicação tópica de flúor tem, portanto, um papel preventivo eficaz contra a cárie. Eles aumentam a resistência do esmalte à desmineralização ácida e reduzem a dissolução ácida.

Finalmente, o laser pode ser utilizado antes da aplicação de um selante de fissuras (FS) para condicionar o esmalte. O FS é considerado como um método eficaz para a prevenção da cárie oclusal em medicina dentária. Antes de aplicar o selante, o ataque ácido com várias concentrações de ácido fosfórico é o método convencional para condicionar o esmalte. No entanto, a utilização de laser nas superfícies de esmalte também pode ser um método alternativo. De facto, a observação microscópica revelou que o laser limpou completamente os detritos em fissuras, tendo a vantagem de atingir as partes mais estreitas e profundas das fissuras (17). Esta remoção de detritos acumulados em fissuras poderia melhorar a retenção do selante.

Durmus B. e al (14) avaliou a retenção de selantes de fissura nos pré-molares com ataque ácido convencional sozinho e laser Er:YAG combinado com ataque ácido. Vários benefícios da irradiação laser foram demonstrados neste estudo, tais como a criação de uma superfície mais resistente a ácidos e uma melhor retenção do selante no final do seguimento de 18 meses. O procedimento de condicionamento da superfície do esmalte com o tratamento laser seguido do ataque ácido melhora a retenção dos FS em comparação com o ataque ácido só.

Assim, o laser reforça o papel preventivo do selante, evitando os riscos de falhas. Além disso, em caso de perda de selante, uma fissura irradiada ainda estaria melhor protegida contra cáries devido ao efeito bactericida do laser.

5.3. O laser como método de remoção do tecido cariado

Nesta revisão sistemática, 2 artigos incluídos abordam a utilização do laser como método conservador de remoção de cárie em crianças (18,19).

Na gestão das lesões cariosas, a preparação das cavidades requer primeiro a remoção do tecido cariado do dente. A dentina infetada é diferenciada dos tecidos saudáveis porque transporta uma grande quantidade de bactérias e caracteriza-se por uma aspeto amolecido necrótico e húmido (20). Atualmente, a técnica mais usada para a remoção do tecido cariado é a utilização de brocas diamantadas com instrumentos rotativos, como uma turbina ou uma peça de mão. Contudo, esta técnica tem desvantagens como a falta de seletividade do tecido cariado ou o risco de danificar os tecidos moles adjacentes. Este método convencional também produz ruído e vibrações que são frequentemente associados a medo e dor para muitas crianças (18). Para evitar estes efeitos adversos, a utilização do laser para a preparação de cavidades aparece como um método alternativo útil. De facto, o efeito termomecânico do laser leva a uma acumulação de calor sem difusão térmica. Este fenómeno leva à vaporização da água contida no tecido mineralizado e estas microexplosões provocam a ablação do tecido cariado (21).

No estudo realizado por Liu JF. e al (18), foi avaliado a eficiência e aceitação da preparação de cáries nos dentes anteriores com o laser Er:YAG 2940 nm versus a preparação mecânica com um contra-ângulo em crianças. Este estudo descreveu um tempo de trabalho mais longo com o laser Er:YAG, assim como o estudo feito por Valério RA. e al (19). No entanto, Liu JF. e al mostram que o comportamento de uma criança pode ser grandemente melhorado com a preparação da cavidade com o laser (18). Isso é devido a uma diminuição da dor com o laser por queda de temperatura na polpa durante a preparação da cavidade com o laser.

O estudo conduzido por Valério RA. e al (19) comparou a eficácia do laser Er:YAG 2.94 μm contra preparação mecânica com brocas diamantadas para remoção de cárie em molares primários. Eles concluíram que para a remoção de cárie na parede pulpar, o laser Er:YAG teve a mesma eficácia e que não tem influência sobre o comportamento clínico das restaurações. No entanto, o laser Er:YAG foi menos eficaz para a preparação das paredes circundantes dos molares. Isto é devido a uma acessibilidade por vezes reduzida dos dentes posteriores.

Assim o laser Er:YAG aparece como o método preferido em crianças para remover a cárie dentária, com menos dor e sem efeitos adversos. É um bom instrumento apropriado para cavidades de cárie em dentes anteriores nas crianças porque tem um efeito analgésico e não influencia o comportamento clínico das restaurações. No entanto, para os dentes posteriores, a sua eficácia é reduzida devido à dificuldade de acesso a certas áreas por falta de espaço.

5.4. O uso do laser na pulpotomia

Nesta revisão sistemática, 4 artigos apresentam o laser como um método alternativo para realizar uma pulpotomia (22–25).

A pulpotomia é uma técnica terapêutica utilizada para preservar os dentes decíduos e definitivos extensamente cariados sem evidência de patologia radicular. Nesta técnica, o objetivo é remover a polpa coronal e colocar um medicamento para promover a cura da polpa radicular remanescente. Hoje em dia, o formocresol (FC) diluído é o «gold standard» para as pulpotomias. Este material introduzido por Buckley em 1904 tem propriedades bacteriostáticas com uma elevada taxa de sucesso clínico (18). No entanto, estudos relataram uma citotoxicidade e potencial mutagenicidade, especialmente em crianças, com o uso de formocresol (26,27). Assim, a irradiação laser foi sugerida como uma alternativa promissora às abordagens farmacoterapêuticas tradicionais em Odontopediatria.

Em primeiro lugar, o laser Er:YAG 2,94 μm foi comparado com o formocresol diluído em molares primários no estudo conduzido por Huth KC. e al (15). Para determinar a eficácia relativa do laser, foram efetuadas reavaliações clínicas aos 6, 12, 18, 24 e 36 meses e exames radiográficos aos 12, 24 e 36 meses. Após 36 meses, as pulpotomias com o laser Er:YAG tiveram uma taxa de falha total comparável ao formocresol e mostraram o mesmo nível de eficácia. A hemostasia foi obtida através da exposição dos orifícios dos canais radiculares com irradiações laser. Aqui, o mecanismo de controlo de hemorragias através da irradiação laser Er:YAG mostrou que a microcirculação da polpa foi imediata e reversivelmente reduzida durante 3 a 6 minutos. Huth KC. e al confirmaram que o laser tem um efeito hemostático eficaz, essencial na realização de pulpotomias. O laser Er:YAG é, portanto, um método eficaz para a realização de uma pulpotomia.

O laser de diódo é também utilizado para realizar pulpotomias. O estudo de Niranjani K. e al (16) compara clinicamente e radiograficamente o sucesso e eficácia da pulpotomia com um laser de diódo 810 nm, com o formocresol, Biodentine™ e agregado de trióxido mineral (MTA). Os seguintes critérios foram avaliados aos 3 et 6 meses: o estado da dor, trato sinusal, inchaço e mobilidade. Os resultados mostraram que as pulpotomias realizadas com laser têm uma taxa de sucesso semelhante aos outros grupos. Aripirala M. e al (17) compararam a eficácia clínica e radiográfica do laser de diódo 940 nm contra o gel de sinvastatina (SG) na pulpotomia dos molares decíduos cariados. Eles mostraram que tanto a SG como o laser de diódo tinham uma eficácia semelhante para a pulpotomia, clínica e radiograficamente após 12 meses. Assim, o laser de diódo pode ser utilizado como alternativa ao Formocresol, Biodentine™, MTA e sinvastatina para pulpotomias em molares decíduos.

Finalmente, a terapia laser de baixo nível (LLLT) foi também proposta como uma alternativa para as pulpotomias de dentes decíduos. De facto, o LLLT tem demonstrado uma ação eficaz em muitos processos biológicos, tais como o aumento da respiração mitocondrial e síntese de ATP, a diminuição de processos inflamatórios, a aceleração do processo regenerativo e cura dos tecidos moles, e a angiogénese (28). O estudo feito por Marques NC. e al (18) revelou que os grupos tratados com LLLT associado com óxido de zinco eugenol (ZOE) ou hidróxido de cálcio (CH) exibiram quantidades maiores de vasos sanguíneos. Eles confirmaram que os grupos submetidos à terapia laser

apresentaram menor grau de inflamação e resultados mais satisfatórios na cicatrização do tecido pulpar do que o grupo tratado com formocresol. Assim, em combinação com CH ou ZOE, o LLLT é um método eficaz para a pulpotomia.

De facto, o laser permite controlar a hemorragia e induz uma coagulação eficaz. O laser também tem propriedades curativas e bioestimulantes que aceleram cicatrização do tecido pulpar. Além disso, a ausência de contacto mecânico com o tecido dentário mantém condições de assepsia. O laser é, portanto, um método eficaz para a realização de pulpotomia. Pode ser utilizado sozinho ou em combinação com materiais já conhecidos, tais como hidróxido de cálcio ou óxido de zinco eugenol.

6. LIMITAÇÕES

- O laser é um instrumento complexo que requer boa destreza e formação por parte do médico dentista.
- O nível de formação e conhecimento do operador pode diferir entre os estudos.
- Os parâmetros do laser são diferentes de um estudo para outro: necessidade de uma padronização dos protocolos clínicos para uma melhor interpretação dos resultados.
- O laser é uma ferramenta médica que exige muito investimento: é um instrumento dispendioso, que requer manutenção diária e disposição específica das instalações.
- A falta de sensibilidade tátil com o laser obriga, por vezes, o médico dentista a controlar manualmente a preparação da cavidade, prolongando assim o tempo de trabalho.
- A utilização de lasers pode ser difícil, especialmente para dentes posteriores onde o acesso é muitas vezes limitado.
- São necessários estudos in vivo com amostras maiores para confirmar os benefícios do laser a longo prazo.

7. CONCLUSÃO

O laser é uma ferramenta eficaz com uma vasta gama de utilizações no tratamento de cárie em crianças. Em primeiro lugar, pode ser utilizado como um método preventivo para reduzir ativamente o aparecimento de cárie em crianças, particularmente devido ao seu poder bactericida e à sua capacidade de melhorar a resistência do esmalte. Além disso, o laser tem um sinergismo positivo quando é utilizado com flúor.

O laser é também um método eficaz para remover o tecido cariado. A sua principal vantagem é o conforto dos cuidados que proporciona graças à ausência de contacto mecânico com o tecido, resultando numa redução do stress do paciente. De facto, o laser limita os efeitos adversos como o ruído e as vibrações, e melhora o comportamento das crianças durante o tratamento dentário. Apesar do tempo de trabalho mais longo, o tratamento com laser continua a ser o método preferido pelas crianças para tratar a cárie dentária.

O laser tem também propriedades analgésicas, anti-inflamatórias, coagulantes e bioestimulantes, tornando-o um método eficaz para a realização de pulpotomias. Pode assim ser utilizado sozinho como alternativa a materiais de pulpotomia como o Formocresol, Biodentine™ e MTA, ou em combinação com hidróxido de cálcio ou óxido de zinco eugenol.

Assim, o laser parece ser uma ferramenta eficaz, ideal para Odontopediatria, facilitando o tratamento de crianças ansiosas. O progresso técnico destinado a tornar os lasers menos dispendiosos e mais ergonómicos, bem como uma padronização dos protocolos clínicos, permitiria que a sua utilização em medicina dentária se tornasse universal.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Kazeminia M, Abdi A, Shohaimi S, Jalali R, Vaisi-Raygani A, Salari N, et al. Dental caries in primary and permanent teeth in children's worldwide, 1995 to 2019: a systematic review and meta-analysis. *Head Face Med* [Internet]. 2020 Dec 6;16(1):22. Available from: <https://head-face-med.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13005-020-00237-z>
2. Li T, Zhang X, Shi H, Ma Z, Lv B, Xie M. Er:YAG laser application in caries removal and cavity preparation in children: a meta-analysis. *Lasers Med Sci* [Internet]. 2019 Mar 12;34(2):273–80. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s10103-018-2582-x>
3. Olivi G, Caprioglio C, Olivi M, Genovese MD. Paediatric laser dentistry. Part 2: Hard tissue laser applications. *Eur J Paediatr Dent* [Internet]. 2017 Jun;18(2):163–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28598190>
4. Wigdor HA, Walsh JT, Featherstone JDB, Visuri SR, Fried D, Waldvogel JL. Lasers in dentistry. *Lasers Surg Med* [Internet]. 1995;16(2):103–33. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lsm.1900160202>
5. Bargrizan M, Fekrazad R, Goudarzi N, Goudarzi N. Effects of antibacterial photodynamic therapy on salivary mutans streptococci in 5- to 6-year-olds with severe early childhood caries. *Lasers Med Sci* [Internet]. 2019 Apr 11;34(3):433–40. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s10103-018-2650-2>
6. Alves LVGL, Curylofo-Zotti FA, Borsatto MC, Salvador SL de S, Valério RA, Souza-Gabriel AE, et al. Influence of antimicrobial photodynamic therapy in carious lesion. Randomized split-mouth clinical trial in primary molars. *Photodiagnosis Photodyn Ther* [Internet]. 2019 Jun;26:124–30. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1572100018303995>
7. Santin GC, Oliveira DSB, Galo R, Borsatto MC, Corona SAM. Antimicrobial Photodynamic Therapy and Dental Plaque: A Systematic Review of the Literature. *Sci World J* [Internet]. 2014;2014:1–9. Available from: <http://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/824538/>
8. Garcez AS, Ribeiro MS, Tegos GP, Núñez SC, Jorge AOC, Hamblin MR. Antimicrobial photodynamic therapy combined with conventional endodontic treatment to eliminate root canal biofilm infection. *Lasers Surg Med* [Internet]. 2007 Jan;39(1):59–66. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lsm.20415>
9. Rechmann P, Fried D, Le CQ, Nelson G, Rapozo-Hilo M, Rechmann BMT, et al. Caries inhibition in vital teeth using 9.6- μm CO₂-laser irradiation. *J Biomed Opt* [Internet]. 2011;16(7):071405. Available from: <http://biomedicaloptics.spiedigitallibrary.org/article.aspx?doi=10.1117/1.3564908>

10. Raucci-Neto W, de Castro-Raucci LMS, Lepri CP, Faraoni-Romano JJ, da Silva JMG, Palma-Dibb RG. Nd:YAG laser in occlusal caries prevention of primary teeth: A randomized clinical trial. *Lasers Med Sci* [Internet]. 2015 Feb 17;30(2):761–8. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s10103-013-1417-z>
11. Brandão CB, Corona SAM, Torres CP, Côrrea-Marques AA, Saraiva MCP, Borsatto MC. Efficacy of CO lasers in preventing dental caries in partially erupted first permanent molars: a randomized 18-month clinical trial. *Lasers Med Sci* [Internet]. 2020 Jul 22;35(5):1185–91. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s10103-020-02967-7>
12. Zezell DM, Boari HGD, Ana PA, Eduardo C de P, Powell GL. Nd:YAG laser in caries prevention: A clinical trial. *Lasers Surg Med* [Internet]. 2009 Jan;41(1):31–5. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lsm.20738>
13. Rechmann P, Kubitz M, Chaffee BW, Rechmann BMT. Fissure caries inhibition with a CO₂ 9.3- μ m short-pulsed laser—a randomized, single-blind, split-mouth controlled, 1-year clinical trial. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2021 Apr 15;25(4):2055–68. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s00784-020-03515-x>
14. Durmus B, Giray F, Peker S, Kargul B. Clinical Evaluation of a Fissure Sealant Placed by Acid Etching or Er:YAG Laser Combined with Acid Etching. *Oral Health Prev Dent* [Internet]. 15(2):157–62. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28322359>
15. Graaff R, Dassel ACM, Koelink MH, de Mul FFM, Aarnoudse JG, Zijlstra WG. Optical properties of human dermis in vitro and in vivo. *Appl Opt* [Internet]. 1993 Feb 1;32(4):435. Available from: <https://opg.optica.org/abstract.cfm?URI=ao-32-4-435>
16. Nammour S, Demortier G, Florio P, Delhaye Y, Pireaux J-J, Morciaux Y, et al. Increase of enamel fluoride retention by low fluence argon laser in vivo. *Lasers Surg Med* [Internet]. 2003 Oct;33(4):260–3. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lsm.10219>
17. Hossain M, Yamada Y, Masuda-Murakami Y, Nakamura Y. Removal of organic debris with Er:YAG laser irradiation and microleakage of fissures sealants in vitro. *Lasers Med Sci* [Internet]. 2012 Sep 4;27(5):895–902. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s10103-011-0994-y>
18. Liu J-F, Lai Y-L, Shu W-Y, Lee S-Y. Acceptance and Efficiency of Er:YAG Laser for Cavity Preparation in Children. *Photomed Laser Surg* [Internet]. 2006 Aug;24(4):489–93. Available from: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/pho.2006.24.489>
19. Valério RA, Borsatto MC, Serra MC, Polizeli SAF, Nemezio MA, Galo R, et al. Caries removal in deciduous teeth using an Er:YAG laser: a randomized split-mouth clinical trial. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2016 Jan 17;20(1):65–73. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00784-015-1470-z>

20. Thompson VT, Craig RG, Curro FA, Green WS, Ship JA. Treatment of deep carious lesions by complete excavation or partial removal. *J Am Dent Assoc* [Internet]. 2008 Jun;139(6):705–12. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002817714640563>
21. Hibst R, Keller U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. Measurement of the ablation rate. *Lasers Surg Med* [Internet]. 1989;9(4):338–44. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lsm.1900090405>
22. Huth KC, Hajek-Al-Khatat N, Wolf P, Ilie N, Hickel R, Paschos E. Long-term effectiveness of four pulpotomy techniques: 3-year randomised controlled trial. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2012 Aug 13;16(4):1243–50. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00784-011-0602-3>
23. Niranjani K. Clinical Evaluation of Success of Primary Teeth Pulpotomy Using Mineral Trioxide Aggregate ® , Laser and Biodentine™- An In Vivo Study. *J Clin DIAGNOSTIC Res* [Internet]. 2015; Available from: http://jcdr.net/article_fulltext.asp?issn=0973-709x&year=2015&volume=9&issue=4&page=ZC35&issn=0973-709x&id=5823
24. Aripirala M, Bansal K, Mathur VP, Tewari N, Gupta P, Logani A. Comparative evaluation of diode laser and simvastatin gel in pulpotomy of primary molars: A randomized clinical trial. *J Indian Soc Pedod Prev Dent* [Internet]. 39(3):303–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34810349>
25. Marques NCT, Neto NL, Rodini C de O, Fernandes AP, Sakai VT, Machado MAAM, et al. Low-level laser therapy as an alternative for pulpotomy in human primary teeth. *Lasers Med Sci* [Internet]. 2015 Sep 21;30(7):1815–22. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s10103-014-1656-7>
26. Zarzar P., Rosenblatt A, Takahashi C., Takeuchi P., Costa Júnior L. Formocresol mutagenicity following primary tooth pulp therapy: an in vivo study. *J Dent* [Internet]. 2003 Sep;31(7):479–85. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300571203000873>
27. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Formaldehyde, 2-butoxyethanol and 1-tert-butoxypropan-2-ol. *IARC Monogr Eval Carcinog risks to humans* [Internet]. 2006;88:1–478. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17366697>
28. Rodrigues NC, Brunelli R, de Araújo HSS, Parizotto NA, Renno ACM. Low-level laser therapy (LLLT) (660nm) alters gene expression during muscle healing in rats. *J Photochem Photobiol B Biol* [Internet]. 2013 Mar;120:29–35. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1011134413000079>