TRABALHO COMPLETO
FULL PAPER
XXVIII SEPE
Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão
Teaching, Research and Extension Symposium
ISSN: 2316-9745
24 A 26 DE SETEMBRO DE 2024
SEPTEMBER 24th to 26th, 2024
UFN
https://doi.org/10.48195/sepe2024.28691

EFEITO DO LASER NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE CIMENTOS ENDODÔNTICOS: REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE

Ana Laura Aita Xavier[1]; Ana Júlia Arrial[2]; Carlos Eduardo Victor da Costa Ribeiro[3], Isabella Marian Lena[4], Renata Dornelles Morgental[5], Flávia Kolling Marquezan[6]; Mariana De Carlo Bello[7]; Mônica Pagliarini Buligon[8].

RESUMO

Este estudo revisou o impacto do tratamento com laser na resistência de união de cimentos à base de resina epóxi e silicato de cálcio à dentina radicular. A pesquisa abrangeu quatro bases de dados eletrônicos: PubMed/MEDLINE, EMBASE, Scopus e ISI Web of Science. Foram incluídos apenas estudos in vitro com dentes humanos extraídos, avaliando a resistência de aderência em megapascais usando o teste de push-out. A meta-análise (17 estudos análise qualitativa e 15 quantitativa) revelou que lasers como Er, Cr: YSGG e Er:YAG aumentaram significativamente a resistência de aderência para selantes à base de resina epóxi em comparação com soluções inertes, mas não superaram o EDTA. No entanto, para selantes de silicato de cálcio, o tratamento com laser não mostrou melhorias significativas em relação a soluções inertes ou EDTA. Assim, lasers aumentam a resistência de aderência de selantes à base de resina epóxi, mas não mais do que o EDTA.

Palavras-chave: Resina Epóxi; Silicato De Cálcio; EDTA; Aderência; Canais Radiculares.

---

[1]Autor/Apresentador – Universidade Franciscana, a.xavier@ufn.edu.br
[2] Discente do curso de Odontologia – Universidade Franciscana, ana.arrial@ufn.edu.br
[3] Docente do curso de Odontologia – Faculdade Sobresp, caduribeiro@outlook.com
[4] Aluna de pós-doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas – Universidade Federal de Santa Maria, lena.isabella28@gmail.com
[5] Docente do curso de Odontologia – Universidade Federal de Santa Maria, remorgental@hotmail.com
[6] Docente do curso de Odontologia – Universidade Franciscana, flavia.marquezan@ufn.edu.br
[7] Docente do curso de Odontologia – Universidade Franciscana, mariana.bello@ufn.edu.br
[8] Docente do curso de Odontologia – Universidade Franciscana, monica.buligon@ufn.edu.br

ABSTRACT

This study reviewed the impact of laser treatment on the bond strength of epoxy resin-based and calcium silicate-based sealers to root dentin. The research covered four electronic databases: PubMed/MEDLINE, EMBASE, Scopus, and ISI Web of Science. Only in vitro studies with extracted human teeth were included, evaluating bond strength in megapascals using the push-out test. The meta-analysis (17 studies for qualitative analysis and 15 for quantitative analysis) revealed that lasers such as Er, Cr: YSGG, and Er:YAG significantly increased bond strength for epoxy resin-based sealers compared to inert solutions but did not outperform EDTA. However, for calcium silicate-based sealers, laser treatment did not show significant improvements compared to inert solutions or EDTA. Therefore, lasers enhance the bond strength of epoxy resin-based sealers, but not more than EDTA.
Keywords: Epoxy Resin; Calcium Silicate; EDTA; Adherence; Root Canals.

Eixo Temático: Atenção Integral e Promoção à Saúde (AIPS).

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o campo da endodontia testemunhou avanços substanciais com o desenvolvimento de vários cimentos endodônticos, cada um distinguido por suas composições químicas. Estes variam desde materiais tradicionais, como óxido de zinco e eugenol, até opções mais avançadas, como resina epóxi, metacrilato, hidróxido de cálcio, silicato de cálcio e agregado trióxido mineral, refletindo um espectro diversificado de capacidades de adesão (Komabayashi et al., 2020). O cimento o AH Plus, à base de resina epóxi, é reconhecido como o padrão-ouro devido às suas excelentes propriedades físico-químicas. No entanto, na última década os cimentos à base de silicato de cálcio vem ganhando destaque no mercado, sendo distinguidos por suas características bioativas e biocompatíveis (Zhou et al., 2013). Um fator chave para o sucesso do tratamento endodôntico é garantir que os cimentos obturadores mantenham um contato firme com a guta-percha, melhorando sua aderência às paredes do canal radicular e preenchendo eficientemente os espaços não obturados pelo material principal (Pirani et al., 2022). A resistência de união desses materiais obturadores depende tanto da retenção por atrito quanto da adesão micromecânica (Madhuri et al., 2016). No entanto, essa capacidade pode ser afetada por fatores como a presença da camada de *smear layer*, de umidade na superfície e

pelas propriedades físico-químicas do cimento (Abdelgawad et al., 2022) que, por sua vez, são determinadas por sua composição química (Souza et al., 2013). A camada de *smear layer*, composta por resíduos orgânicos e inorgânicos formados durante o preparo químico-mecânico, pode prejudicar a eficácia do selamento do canal radicular (Abdelgawad et al., 2022). Sua remoção é crucial para aumentar a permeabilidade da dentina (Kokkas et al., 2004) e melhorar a adesão do cimento endodôntico (Ozkocak et al., 2015). Uma variedade de irrigantes, particularmente agentes quelantes como EDTA, frequentemente usados em conjunto com hipoclorito de sódio, provaram ser eficazes na remoção da camada de *smear layer* das paredes do canal radicular (Machado et al., 2018). Além disso, a tecnologia a laser também tem sido explorada para o pré-tratamento da dentina (Franceschini et al., 2016). A irradiação a laser tem sido utilizada em procedimentos endodônticos desde a década de 1970 (Weichman et al., 1971) servindo para vários propósitos, incluindo diagnóstico pulpar, tratamento da hipersensibilidade dentinária, capeamento pulpar e pulpotomia, desinfecção do canal radicular e apicectomia (Schoop et al., 2006). Recentemente, foi investigado o efeito de lasers de alta potência nas superfícies do canal radicular sobre a resistência união dos cimentos endodônticos (Franceschini et al., 2016). Esses lasers de alta potência atuam por meio de uma ação termomecânica, que não apenas remove a camada de *smear layer*, mas também cria pequenas fissuras na superfície da dentina. Essas mudanças podem favorecer o entrelaçamento mecânico dos cimentos endodônticos, potencialmente aumentando a resistência de união (Lin et al., 2011). No entanto, efeitos negativos também foram relatados, incluindo derretimento e cristalização que podem obstruir a entrada dos túbulos dentinários, prejudicando potencialmente a adesão dos cimentos (Haragushiku et al., 2010). Evidências anteriores revelaram vários métodos de pré-tratamento da dentina, com lasers de alta potência surgindo como uma alternativa ou como um complemento às técnicas tradicionais de remoção da *smear layer*, visando melhorar a resistência de união dos materiais obturadores. No entanto, os resultados relatados são muitas vezes conflitantes (Haragushiku et al., 2010). Portanto, o objetivo desse estudo foi avaliar o impacto dos tratamentos com laser na resistência de união de cimentos à base de resina epóxi e de silicato de cálcio à dentina radicular.

2. METODOLOGIA

A presente revisão sistemática e meta-análise foi conduzida e relatada de acordo com a declaração PRISMA (Page et al., 2021). O protocolo da revisão foi registrado no *Open Science Framework* (OSF - osf.io/gmb7u/). Esta revisão sistemática abrangeu estudos *in vitro* que investigaram o impacto da irradiação a laser na resistência de união de dentes obturados com cimentos à base de resina epóxi ou de silicato de cálcio, comparados a um grupo controle composto por dentes não irradiados. Utilizando a estrutura PICO, formulou-se a seguinte pergunta de pesquisa: "Com base em estudos *in vitro* examinando dentes humanos, o pré-tratamento com laser (I) aumenta a resistência de união (O) de cimentos à base de resina epóxi ou de silicato de cálcio (P) à dentina radicular, em comparação com dentes não irradiados (C)?". Os critérios de elegibilidade incluíram estudos *in vitro* com dentes humanos extraídos que avaliavam a resistência de união (valores registrados em MPa) de cimentos à base de resina epóxi ou de silicato de cálcio, utilizando o método *push-out*. Foram excluídos estudos que utilizaram dentes de outros animais ou que relataram resultados diferentes de megapascais (MPa). Os estudos elegíveis foram identificados através de buscas em quatro bases de dados eletrônicas: PubMed/MEDLINE, EMBASE, *Scopus* e *Web of Science*. A estratégia de busca foi elaborada com base nos termos MeSH do PubMed/MEDLINE e termos relacionados (Tabela 1). Os termos de busca foram adaptados para cada base de dados conforme apropriado. As listas de referências de todos os estudos incluídos também foram pesquisadas manualmente. A última busca foi realizada em dezembro de 2023. A linguagem foi limitada a estudos publicados em inglês, e não houve restrição quanto à data de publicação.

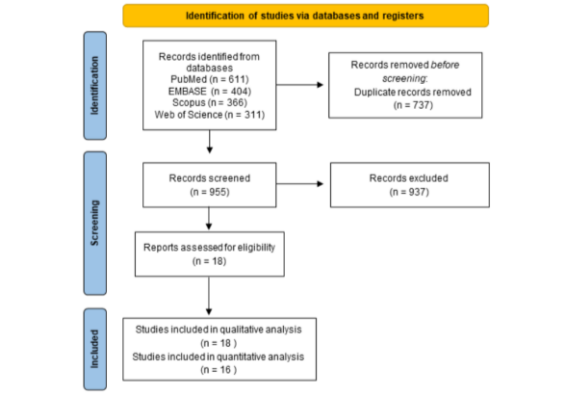
Tabela 1 – Estratégia de Busca

Database	Search strategy
PubMed	((endodont* fill*) OR ((("Root Canal Filling Materials"[MeSH]) OR "Root Canal Obturation"[MeSH]) OR ("Endodontic Sealers" OR "Endodontic Sealer" OR "Sealers" OR "Obturation, Root Canal" OR "Root Canal Obturations" OR "Endodontic Obturation" OR "Endodontic Obturations" OR Obturation, Endodontic"))) AND ((("Lasers"[MeSH] OR "Laser Therapy"[MeSH] OR "Lasers, Semiconductor"[MeSH])) OR ("Lasers"[MeSH] OR "Laser" OR "Q-Switched Lasers" OR "Laser, Q-Switched" OR "Lasers, Q-Switched" OR "Q Switched Lasers" OR "Q-Switched Laser" OR "Pulsed Lasers" OR "Laser, Pulsed" OR "Lasers, Pulsed" OR "Pulsed Laser" OR "Continuous Wave Lasers" OR "Continuous Wave Laser" OR "Laser, Continuous Wave" OR "Lasers, Continuous Wave" OR "Masers" OR "Maser"))
Scopus	(TITLE-ABS-KEY (laser) OR TITLE-ABS-KEY (laser AND therapy) AND TITLE-ABS-KEY (sealers))
Web of Science	((lasertherapy OR laser) AND (endodontic sealers))
Embase	('endodont* fill*' OR 'dental root filling material' OR 'root canal filling material'/exp OR 'root canal filling material' OR 'root canal filling materials' OR 'root canal sealant' 'canal obturation (dental)' OR 'dental canal filling' OR 'dental root canal filling' OR 'dental root filling' OR 'root canal filling' OR 'root canal obturation'/exp OR 'root canal obturation' OR 'tooth root canal filling' OR 'tooth root filling' OR 'endodontic sealers' OR 'endodontic sealer'/exp OR sealers OR 'sealers, endodontic' OR 'sealer, endodontic' OR 'canal obturations, root' OR 'obturation, root canal' OR 'obturations, root canal' OR 'root canal obturations' OR 'endodontic obturation' OR 'endodontic obturations' OR 'obturation, endodontic' OR 'obturations, endodontic') AND ('beam, laser' OR 'laser'/exp OR laser OR 'laser associate' OR 'laser beam' OR 'laser device' OR 'laser ray' OR lasers OR 'laser irradiation' OR 'laser radiation' OR 'laser therapy'/exp OR 'laser therapy' OR 'diode laser'/exp OR 'diode laser' OR 'diode laser device' OR 'diode lasers' OR 'laser, diode' OR 'laser diode' OR 'laser, semiconductor' OR 'lasers, semiconductor' OR 'semiconductor, laser' OR 'semiconductor laser' OR 'semiconductor laser device' OR 'semiconductor lasers' OR 'q--switched lasers' OR 'laser, q-switched' OR 'lasers, q-switched' OR 'q switched lasers' OR 'q switched laser'/exp OR 'q switched laser' OR 'pulsed lasers' OR 'laser, pulsed' OR 'lasers, pulsed' OR 'pulsed laser'/exp OR 'pulsed laser' OR 'continuous wave lasers' OR 'continuous wave laser'/exp OR 'laser, cw' OR 'laser, continuous wave' OR 'lasers, continuous wave' OR masers OR maser)

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O processo de seleção de triagem e escolha dos artigos está representado no fluxograma mostrado na Figura 2. As buscas iniciais nas bases de dados resultaram em um total de 1.634 estudos. Após a remoção de duplicatas, 955 estudos foram selecionados com base no título e resumo. Desses, 18 foram pré-selecionados para análise de texto completo dos quais, os 18 compuseram a síntese qualitativa (revisão sistemática) (Tabela 1) e 16 a síntese quantitativa (meta-análise). Quando dados estavam faltando durante o processo de extração, entramos em contato com os autores para obter informações adicionais (Pirani et al., 2022). Além disso, dois estudos foram omitidos desta meta-análise. O estudo de Rahati et al (2019) foi excluído por empregar múltiplos tipos de laser simultaneamente, o que não estava alinhado com nossos critérios de avaliação dos efeitos individuais dos lasers. O estudo de Akisue et al (2012) também foi excluído devido à ausência de um grupo controle utilizando EDTA ou uma solução inerte, essencial para fornecer uma linha de base comparativa.

Figura 2 - Fluxograma de busca bibliográfica, extração de dados e motivos de exclusão dos artigos completos recuperados



Especificamente, três estudos utilizaram Laser Nd; oito utilizaram lasers de diodo; sete usaram lasers Er e dois usaram lasers Er,Cr. Todos os estudos utilizaram dentes humanos extraídos, sendo o grupo dental predominante os de dentes de raiz única. Houve uma diversidade notável nos grupos controle utilizados entre os estudos. Água destilada foi o controle negativo em alguns estudos, enquanto outros utilizaram hipoclorito de sódio. Quanto aos grupos controle positivo, o EDTA e suas variações

foram comuns: doze estudos usaram EDTA a 17%, dois usaram EDTAC (EDTA com cetavlon) e um usou EDTA a 15%. Também foi encontrada uma variação considerável nos parâmetros do laser (dose e protocolo de aplicação), e a falta de padronização da dosimetria recomendada pelo fabricante foi uma constatação comum (Tabela 1).

Tabela 1 Análise qualitativa dos estudos selecionados

Author/ Year	Country	Sealer: Commercial name	Sealer: Composition	Laser: Type	Laser: Dosimetry	Comparison: Treatment group	Comparison: Control group	Sample: n	Sample: Tooth group
AlGhamdi *et al.* 2023	Saudi Arabia	AH Plus	Epoxy resin-based sealer	Er: YAG	2,940 nm wavelength, 6 W, 10 Hz, 40 mJ	Er:YAG + 2.5% NaOCl + 17% EDTA	2.5% NaOCl + 17% EDTA	40	Single-rooted premolars
Çiftçioğlu et al. 2023	Turkey	EndoSequence BC sealer	Calcium silicate-based sealer	Diode laser Er, Cr: YSGG	Diode laser: 940 nm, 1W continuous wave, fiber tip 200 µm, 2 cycles of 10s Er, Cr: YSGG: 2780 nm, 1.5 W, 20 Hz, 60µs, 30% water and 40% air, conical fiber tip, 275 µm, 2 cycles of 10s	Diode + 17% EDTA + 5.25% NaOCl Er, Cr: YSGG + 5.25% NaOCl	5.25% NaOCl 17% EDTA + 5.25% NaOCl	60	Mandibular premolars
Zadsirjan et al. 2023	Iran	Endoseal TCS	Calcium silicate-based sealer	Diode laser	150 Mw, 600 nm wavelength, 91, 3D diffuser tip, 60s	Diode laser + 100 µg/mL methylene blue	17% EDTA + 5.25% NaOCl	40	Maxillary central incisors
Abdelgawad et al. 2022	Egypt	Ab Plus	Epoxy resin-based sealer	Diode Er:YAG	Diode: 980nm, 400µm fiber tip, 2W + 4 cycles 10s Er:YAG: 2940nm, 15 Hz, 20 mJ, 0.3 W, 60 µs pulse, using PIPS tip, 4 cycles 10s	Diode + 17% EDTA Er:YAG +17% EDTA	17% EDTA + 5.25% NaOCl	48	Single-rooted premolars
Bago et al. 2022	Croatia	BioRoot RCS	Calcium silicate-based sealer	Er:YAG (PIPS) Diode Diode (PDT)	Er:YAG laser (PIPS): 2940 nm at PIPS mode, 20 mJ, 15 Hz, pulse duration 50µs, 2.06 J/cm², radial PIPS laser tip, 3 cycles 20s. Diode laser: Wavelength, 975 nm, 320-µm fiber, 1.5 W, 4 cycles 5ms ON/25 ms OFF, 2W, 3 cycles 20s. Diode (PDT): 6660 nm, 100 mW, 3D fiber optic tip for 60s	Er:YAG PIPS mode + 2.5% NaOCl + 17% EDTA Diode + 2.5% NaOCl + 17% EDTA Diode PDT mode + 2.5% NaOCl + 17% EDTA	2.5% NaOCl 2.5% NaOCl + 17% EDTA	60	Single canal teeth
Bogari et al. 2022	Saudi Arabia	TotalFill BC Sealer	Calcium silicate-based sealer	Nd: YAG	1.6 W (power), 25 Hz(freq), 975 mm (energy), 100MJ (energy) with a short pulse of 200 µm for 15s	Nd:YAG + 5.25% NaOCl + 17% EDTA	5.25% NaOCl + 17% EDTA	45	Single-rooted teeth
Saricam et al. 2020	Turkey	Ab Plus	Epoxy resin-based sealer	Er, Cr: YSGG Diode	Er, Cr: YSGG laser: Laser tip 275-µm, 2780 nm wavelength, 1.25 W with 40% air & water. Four cycles 15s. Diode laser: 200µm fiber tip, 980 nm wavelength and 1.5W, with no air or water	Er, Cr: YSGG laser + 17% EDTA Diode laser + 17% EDTA	17% EDTA	90	Mandibular incisors
Sreedev et al. 2020	Indian	Ab Plus	Epoxy resin-based sealer	Diode	Diode laser: 980nm, 5W continous mode, 200-µm flexible optical fibre	Diode + 3% NaOCl	3% NaOCl + 17% EDTA	36	Single-rooted mandibular premolars
Rahimi et al. 2019	Iran	Ab Plus	Epoxy resin-based sealer	Er,Cr:YSGG Diode	Er,Cr:YSGG: 270-µm firing tip, 1.25 W, 20 Hz, 50 mJ), 60-µs pulse duration, 50% water and 30% air. Diode: 940nm, 1W, 200-µm, 2mm/s, 4 sections 15s	Er,Cr:YSGG+Diode	17% EDTA + 5.25% NaOCl + Distilled water	33	Single-rooted teeth
Araujo *et al.* 2017	Brazil	AH Plus	Epoxy resin-based sealer	Nd:YAG Diode	Nd:YAG: 200µm optical fibre, 1.5W, 100Hz, 16s Diode: 980nm, 200µm optical fibre, 1.5 W, 100Hz, 16s	17% EDTAC + Nd:YAG; 17% EDTAC + diode; EDTAC + Nd:YAG + mineral coal; EDTAC + diode + mineral coal	EDTAC	50	Maxillary canines
Franchenchini *et al.* 2016	Brazil	AH Plus	Epoxy resin-based sealer	Er,Cr: YSGG	20Hz, 10%/10% water/air, 20s, 300 µm tip; 20Hz, 23.153/cm²; 1W, 20Hz, 37.721/cm²; 1W, 20Hz, 46.3/cm²	Er,Cr:YSGG	No treatment 1% NaOCl; 17% EDTAC	96	Maxillary canines
Mitetic *et al.* 2016	Croatia	AH Plus;	Epoxy resin-based sealer	Er:YAG	20mJ, 15Hz, 400µm optical fibre	Er:YAG + 17% EDTA	17% EDTA	40	Maxillary Anterior teeth
Ozkocak & Sonat 2015	Turkey	AH Plus Jet; EndoSequence BC;	Epoxy resin-based sealer Calcium silicate-based sealer	Er:YAG	60s, 20Hz, 50mJ	Er:YAG	Distilled water; 5% NaOCl; 17% EDTA;	150	Maxillary single rooted teeth
Ayranci & Kinaoglu 2014	Turkey	AH Plus;	Epoxy resin-based sealer	Nd:YAG; Er:YAG	Nd:YAG: 1064nm wavelength, 15Hz, 1.5 W, 100mJ, pulse duration 14ms, 300 mm, 4 cycles of 10s Er:YAG: 2940nm wavelength, sapphire tip, 60µs pulse length, 0.32J/cm², 4 cycles of 20s	Nd:YAG + distilled water; Er:YAG+ distilled water;	5% NaOCl + distilled water; 15% EDTA + 5% NaOCl	100	Maxillary canines
Akisue *et al.* 2012	Brazil	AH Plus;	Epoxy resin-based sealer	Er:YAG	Er:YAG: 2940nm, 1W, 100mJ/pulse, 10Hz, 4 cycles of 10s	Er:YAG	No control	84	Anterior teeth
Haragushiku *et al.* 2010	Brazil	AH Plus;	Epoxy resin-based sealer	Er:YAG	Er:YAG: 2940nm, 16Hz, 400mJ, 0.32J/cm², sapphire tip, 1.3 mm diameter, 4 cycles of 20s	Er:YAG + distilled water;	Distilled water; 17% EDTAC + distilled water; 1% NaOCl + distilled water;	128	Maxillary canines
Alfredo *et al.* 2008	Brazil	AH Plus;	Epoxy resin-based sealer	Diode	Diode: 980nm, 20Hz, 2W, 4 cycles of 20s subgroups: 1.5W continuous; 1.5W pulsed (100Hz); 3W continuous; 3W pulsed (100Hz)	Diode + 17% EDTA	1% NaOCl + 17% EDTA	60	Maxillary and mandibular canines

De forma geral, a meta-análise encontrou um efeito significativo do uso de laser com cimentos à base de resina epóxi em comparação com os grupos controle positivo e negativo (Figuras 3 e 4), mas não houve vantagem semelhante para cimentos à base de silicato de cálcio em relação a nenhum grupo controle (Figuras 5 e 6). A aplicação do laser Nd:YAG em dentes obturados com cimento à base de resina epóxi não mostrou efeito significativo em comparação com o grupo controle positivo, resultado também observado com o uso do laser de diodo com o mesmo tipo de cimentos. Cimentos à base de silicato de cálcio tratados com laser de diodo também não apresentaram diferença significativa em relação ao grupo controle positivo. No entanto, o uso do laser Er:YAG resultou em diferenças significativas na média padronizada de diferenças (SMD) favoráveis à irradiação com laser para cimentos à base de resina epóxi em comparação com o controle negativo, mas não quando

comparado ao EDTA. Em contrapartida, para cimentos à base de silicato de cálcio, as SMDs favoreceram o grupo controle com EDTA.

Esta revisão sistemática identificou algumas limitações. Em primeiro lugar, é crucial observar que o critério de inclusão era exclusivamente de estudos *in vitro*. Os resultados desses estudos embora não sejam diretamente traduzíveis para a prática clínica, oferecem informações importantes sobre o papel da tecnologia a laser no aprimoramento da resistência de união dos cimentos endodônticos à dentina radicular. Infelizmente, o número de estudos, particularmente aqueles que examinam cimentos à base de silicato de cálcio, foi limitado. Além disso, a maioria dos estudos (16 de 18) foi avaliada como tendo um alto risco de viés devido à falta de práticas metodológicas essenciais, como cálculo da dosimetria do laser, aplicação do laser por um único operador, cálculos de tamanho da amostra e cegamento do operador durante a operação do equipamento de teste. Esses fatores são essenciais para uma avaliação confiável dos lasers de alta potência na resistência de união dos cimentos. A atual ausência de tal rigor introduz incerteza sobre a robustez de nossas conclusões, destacando a possibilidade de que estudos futuros com baixo risco de viés possam revisar nossos achados. Além disso, houve uma variabilidade notável nos parâmetros de aplicação do laser entre os estudos. Os lasers foram tipicamente aplicados com uma fibra óptica fina, com variações em comprimento de onda, potência, duração e ciclos. Essa heterogeneidade clínica contribuiu para uma heterogeneidade estatística significativa na maioria das análises (I2 >50%). Portanto, há uma clara necessidade de protocolos e dosagens de laser padronizados, complementados por desenhos de estudo rigorosos, para confirmar a validade dos achados futuros. Contudo, a análise de sensibilidade confirmou a estabilidade desses achados, sugerindo robustez nos

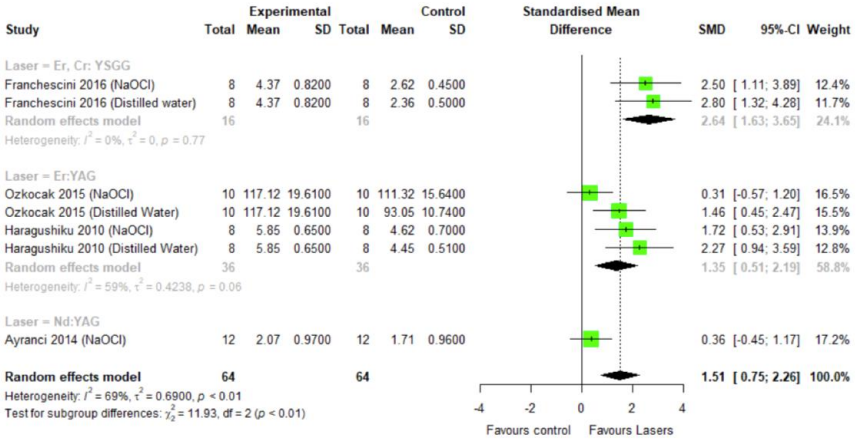


Figura 3: Gráfico de floresta da aplicação dos lasers em comparação ao grupo controle negativo em dentes obturados com cimento à base de resina epóxi.

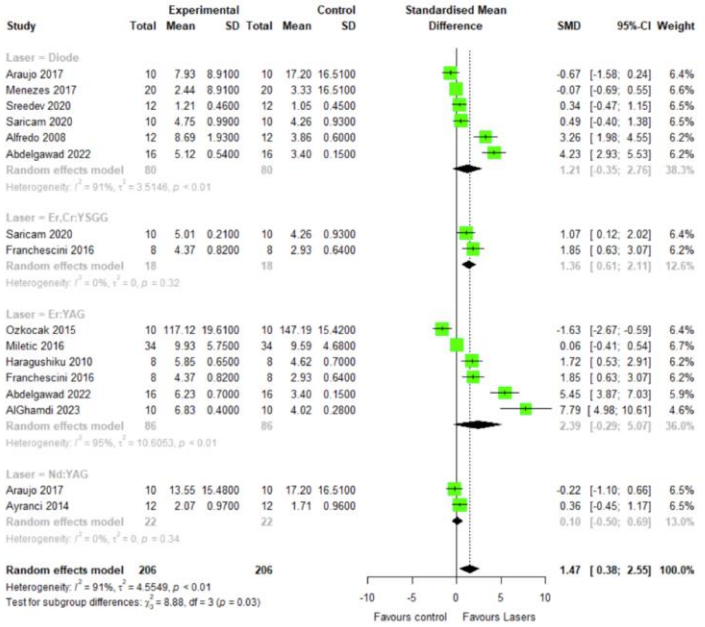


Figura 4: Gráfico de floresta da aplicação dos lasers em comparação ao grupo controle positivo em dentes obturados com cimento à base de resina epóxi.

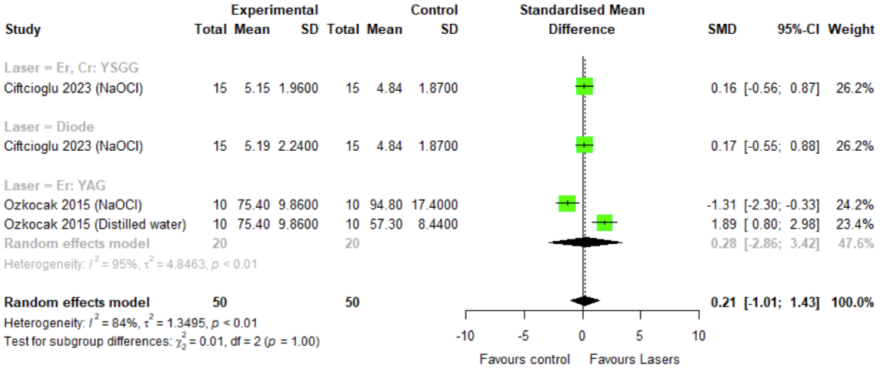


Figura 5: Gráfico de floresta e análise de sensibilidade da aplicação dos lasers em comparação ao grupo controle negativo em dentes obturados com selante à base de silicato de cálcio.

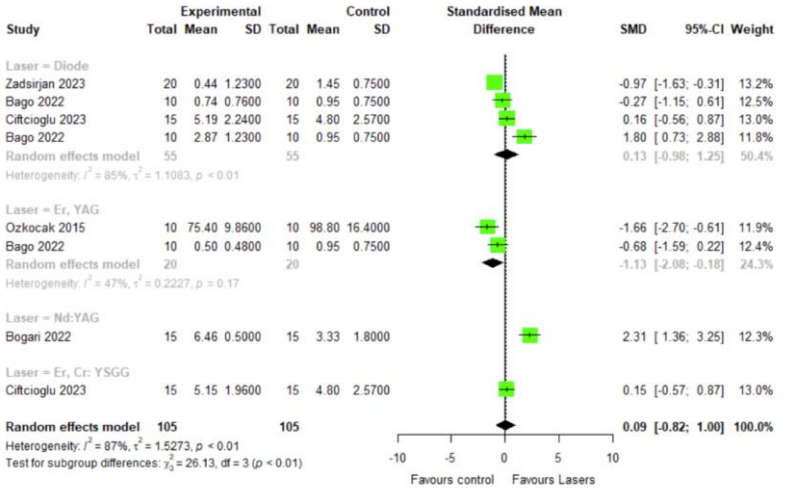


Figura 6: Gráfico de floresta e análise de sensibilidade da aplicação dos lasers em comparação ao grupo controle positivo em dentes obturados com cimento à base de silicato de cálcio.

4. CONCLUSÃO

A evidência *in vitro* desta revisão sistemática com meta-análise sugere que, embora o tratamento com laser melhore a resistência de união dos cimentos à base de resina epóxi em comparação com soluções inertes, ele não mostra vantagens significativas em relação a agentes quelantes convencionais como o EDTA. Além disso, o tratamento com laser não proporcionou nenhum benefício na resistência de união para cimentos à base de silicato de cálcio em relação às soluções inertes ou ao EDTA.

REFERÊNCIAS

Abdelgawad LM, ElShafei NAA, Eissa SA, Ibrahim DY (2022) **Efficacy of Photoinduced Photoacoustic Streaming and Diode Laser Irrigation Techniques on Smear Layer Removal, Sealer Penetration and Push-out Bond Strength**. J Lasers Med Sci 13:. https://doi.org/10.34172/jlms.2022.12

Akisue E, Araki AT, Michelotto ALC, et al (2013) **Effect of chemical and Er:YAG laser treatment on bond strength of root canal resin-based sealers**. Lasers Med Sci 28:253–258. https://doi.org/10.1007/s10103-012-1138-

Franceschini KA, Silva-Sousa YTC, Lopes FC, et al (2016**) Bond strength of epoxy resin-based root canal sealer to human root dentin irradiated with Er,Cr:YSGG laser.** Lasers Surg Med 48:985–994. https://doi.org/10.1002/lsm.22496

Haragushiku GA, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YT, et al (2010) **Adhesion of endodontic sealers to human root dentine submitted to different surface treatments.** Photomed Laser Surg 28:405–410

Kokkas AB, Boutsioukis AC, Vassiliadis LP, Stavrianos CK (2004) **The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study.** J Endod 30:100–102. https://doi.org/10.1097/00004770-200402000-00009

Komabayashi T, Colmenar D, Cvach N, et al (2020). **Comprehensive review of current endodontic sealers**. Dent Mater J 39:703–720. https://doi.org/10.4012/dmj.2019-288

Lin S, Pan D, Lin Q, et al (2011) **Evaluation of phase, microstructure and composition of human dentine after Er,Cr:YSGG laser irradiation**. J Nanosci Nanotechnol 11:2421–2426. https://doi.org/10.1166/JNN.2011.3526

Machado R, Garcia L da FR, da Silva Neto UX, et al (2018) **Evaluation of 17% EDTA and 10% citric acid in smear layer removal and tubular dentin sealer penetration.** Microsc Res Tech 81:275–282. https://doi.org/10.1002/jemt.22976

Madhuri GV, Varri S, Bolla N, et al (2016). **Comparison of bond strength of different endodontic sealers to root dentin: An in vitro push-out test.** J Conserv Dent 19:461–464. https://doi.org/10.4103/0972- 0707.190012

Ozkocak I, Sonat B (2015) **Evaluation of Effects on the Adhesion of Various Root Canal Sealers after Er:YAG Laser and Irrigants Are Used on the Dentin Surface.** J Endod 41:1331–1336. https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.03.004
Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al (2021) **A declaração PRISMA 2020: uma diretriz atualizada.** Dente 39:. https://doi.org/10.2341/13-070-LIT para relatar revisões sistemáticas. BMJ 372:. https://doi.org/10.1136/BMJ.N71

Pirani C, Camilleri J (2022). **Effectiveness of root canal filling materials and techniques for treatment of apical periodontitis: A systematic review.** Int Endod J 1–19. https://doi.org/10.1111/iej.13787

Rahati M, Kazeminejad E, Yekta-Michael SS, Gutknecht N (2019) **In vitro evaluation of the push-out bond strength of the epoxy resin-based root canal sealer to root dentin irradiated with doublewavelength lasers**. Lasers Dent Sci 3:191–197. https://doi.org/10.1007/s41547-019-00067-6

Schoop U, Kluger W, Dervisbegovic S, et al (2006**) Innovative wavelengths in endodontic treatment.** Lasers Surg Med 38:624–630. https://doi.org/10.1002/LSM.20331

Souza LC de, Neves GST, Kirkpatrick T, et al (2023) **Physicochemical and Biological Properties of AH Plus Bioceramic.** J Endod 49:69–76. https://doi.org/10.1016/J.JOEN.2022.10.009

Weichman JA, Johnson FM (1971) Laser use in endodontics. **A preliminary investigation.** Oral Surg Oral Med Oral Pathol 31:416–420. https://doi.org/10.1016/0030-4220(71)90164-2

Zhou HM, Shen Y, Zheng W, et al (2013). **Physical properties of 5 root canal sealers**. J Endod 39:1281– 1286. https://doi.org/10.1016/J.JOEN.2013.06.012