



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Araçatuba

BRENDÓ CARDOSO MENDES SERENO

**EFICIÊNCIA E SEGURANÇA DE LASERS DE ÉRBITO
(ER:YAG / ER,CR:YSGG) PARA REMOÇÃO DE LAMINADOS
CERÂMICOS: REVISÃO DE LITERATURA**

Araçatuba - SP
2025

BRENDÓ CARDOSO MENDES SERENO

**EFICIÊNCIA E SEGURANÇA DE LASERS DE ÉRBITO
(Er:YAG / Er,Cr:YSGG) PARA REMOÇÃO DE LAMINADOS
CERÂMICOS: REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentada à Universidade Estadual
Paulista (UNESP), Faculdade de
Odontologia de Araçatuba, para obtenção
do título de Cirurgião-Dentista.

Orientador(a): Prof. Dr. Daniela Micheline
dos Santos

Araçatuba - SP
2025

A Ti, Senhor, dedico todas as minhas realizações, pois és a fonte de minha força e
inspiração.

AGRADECIMENTOS

Expresso minha profunda gratidão à minha querida esposa, cuja presença ilumina meus dias e cuja força e amor inabaláveis têm sido meu alicerce em todas as circunstâncias. Eu te amo MUITO.

Agradeço também à minha família, que sempre esteve ao meu lado, oferecendo apoio incondicional e amor sincero. Vocês são a base sobre a qual construí minha trajetória, e cada conquista é compartilhada com todos.

À minha comunidade de fé, minha igreja, sou profundamente grato pelas orações, pelo acolhimento caloroso e pelo suporte espiritual que têm me fortalecido ao longo da caminhada. A união e a solidariedade demonstradas por cada membro são reflexos do amor de Cristo em nossas vidas.

Confie no Senhor de todo o seu coração e não se apoie em seu próprio entendimento; reconheça o Senhor em todos os seus caminhos, e ele endireitará as suas veredas.

Provérbios 3.5-6

RESUMO

SERENO, B. C. M. **Eficiência e segurança de lasers de érbio (er:yag/er,cr:ysgg) para remoção de laminados cerâmicos: revisão de literatura**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Araçatuba, 2025.

Em algumas circunstâncias, quando laminados cerâmicos precisam ser removidos, os métodos convencionais de remoção usando peça de mão acionada a ar são demorados e podem representar um risco biológico para os dentes adjacentes. Para superar essas dificuldades, o uso do laser pode ser utilizado como uma técnica de remoção de restauração mais confortável e conservadora. O objetivo deste estudo foi avaliar, por meio de uma revisão de literatura, a eficiência e segurança de lasers de érbio para remoção de laminados cerâmicos. Uma pesquisa abrangente em seis bases de dados (Medline, Embase, Dentistry and Oral Sciences Source, Web of Science, Cochrane Library e ProQuest Dissertations and Theses) foi realizada. Os critérios de inclusão e exclusão foram acordados antes da pesquisa bibliográfica. Dois revisores examinaram, independentemente, o título e resumo para selecionar os estudos. Quando dois revisores discordavam da inclusão ou não de um estudo, um terceiro revisor atuava com sua decisão. Foram identificados 7453 estudos, dos quais, após a remoção das duplicatas, restaram 4417 que foram arquivados e organizados no gerenciador de referências Rayyan. Ao final desta etapa, 46 artigos foram selecionados para leitura do texto completo. Foi realizada a leitura na íntegra dos 46 trabalhos para seleção de estudos elegíveis para inclusão. Após a leitura integral dos estudos, 11 artigos foram incluídos nesta revisão. Os lasers de érbio são ferramentas não invasivas eficazes para remover laminados cerâmicos, podendo ser uma alternativa viável à instrumentação rotatória; no entanto, estudos clínicos de terapia assistida por érbio recuperação de cerâmica é necessária.

Palavras-chave: laser Er-YAG; cerâmicas; facetas dentárias.

ABSTRACT

SERENO, B. C. M. **Efficiency and Safety of Erbium Lasers (Er:YAG/Er,Cr:YSGG) for the Removal of Ceramic Laminates: A Literature Review**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Araçatuba, 2025.

In some circumstances, when ceramic laminates need to be removed, conventional removal methods using an air-driven handpiece are time-consuming and can pose a biological risk to adjacent teeth. To overcome these difficulties, the use of lasers can be used as a more comfortable and conservative restoration removal technique. The aim of this study was to evaluate, by means of a literature review, the efficiency and safety of erbium lasers for removing ceramic laminates. A comprehensive search of six databases (Medline, Embase, Dentistry and Oral Sciences Source, Web of Science, Cochrane Library and ProQuest Dissertations and Theses) was carried out. Inclusion and exclusion criteria were agreed prior to the literature search. Two reviewers independently examined the title and abstract to select the studies. When two reviewers disagreed on whether or not to include a study, a third reviewer acted on their decision. A total of 7453 studies were identified, of which, after removing duplicates, 4417 remained, which were archived and organized in the Rayyan reference manager. At the end of this stage, 46 articles were selected for full-text reading. The 46 articles were read in full to select the studies eligible for inclusion. After reading all the studies, 11 articles were included in this review. Erbium lasers are effective non-invasive tools for removing ceramic laminates and may be a viable alternative to rotary instrumentation; however, clinical studies of erbium-assisted therapy and ceramic recovery are needed.

Keywords: Er-YAG laser; ceramics; dental veneers.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados gerais dos trabalhos incluídos na revisão

16

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Er,Cr:YSGG	Erbium, Chromium: Yttrium Scandium Gallium Garnet
Er:YAG	Erbium:YAG
nm	Nanômetro
PCC	População, Conceito e Contexto
PRISMA-ScR	Extensão PRISMA para revisões de escopo
JB	Joanna Briggs Institute
PRISMA	Aplicação do protocolo adaptado
DOSS	Dentistry and Oral Sciences Source
DeCS	Descritores em Ciências da Saúde
MeSH	Medical Subject Headings
Laser	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
Maser	Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation
Nd:YAG	Neodymium-doped yttrium aluminium garnet
CO ₂	Dióxido de Carbono

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 MÉTODOS	14
3 RESULTADOS	16
4 DISCUSSÃO	21
5 CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

A longevidade das restaurações cerâmicas sobre dentes pilares naturais pode ser influenciada por danos externos ou fratura da restauração, risco de microinfiltração e cárie, integridade marginal, microbolhas no cimento resinoso que pode resultar em alteração de cor, terapia endodôntica após a instalação das restaurações, ou pelo desejo do paciente em ficar com o sorriso 'mais branco' e 'mais estético' de acordo com sua própria autoavaliação.^{1,2}

O procedimento convencional de remoção de restaurações cerâmicas é frequentemente realizado por seccionamento com instrumentos rotatórios utilizando brocas diamantadas ou de carboneto de tungstênio³, ou mesmo com auxílio de ultrassom. Estes métodos tradicionais de remoção além de serem demorados, são inconvenientes ao paciente e ao operador, podendo causar danos iatrogênicos de severidade variada ao remanescente dentário. Além disso, a remoção de restaurações totalmente cerâmicas cimentadas sobre dentes naturais pode ser um desafio devido à semelhança entre a cor da camada híbrida entre o dente e o cimento resinoso, dificultando a identificação dos materiais.

O uso de lasers de érbio já estão sendo muito utilizados nas clínicas odontológicas como um método alternativo para remoção de materiais restauradores translúcidos, como restaurações de compósito,^{4,5} pinos de compósito reforçados com fibra,⁶ facetas,⁷⁻⁹ e braquetes ortodônticos.¹⁰⁻¹³ A luz emitida por lasers de érbio, como o granada de ítrio, escândio, gálio dopado com érbio e cromo (Er, Cr: YSGG) e granada de ítrio-alumínio dopada com érbio (Er: YAG), com comprimentos de onda de 2.780 nm e 2.940 nm, respectivamente, pode ser transmitida através dos materiais cerâmicos translúcidos e absorvida seletivamente pelas moléculas de água e monômeros residuais dos cimentos, resultando na vaporização dessas moléculas e na descolagem do cimento do remanescente dentário.¹⁴⁻¹⁶

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar, por meio de uma revisão de literatura, a eficiência e segurança de lasers de érbio (ER:YAG / ER,CR:YSGG) para remoção de laminados cerâmicos.

2 MÉTODOS

Para realização desse trabalho uma busca sistemática de artigos científicos em bases de dados da literatura foi realizada em 23 de novembro de 2023 e atualizada em 14 de abril de 2024. Para isso, foi definido uma estratégia de busca PCC (acrônimo para P: população; C: conceito; C: contexto), de acordo com PRISMA-ScR (Extensão PRISMA para revisões de escopo), publicada pelo Joanna Briggs Institute (JBI). No desenvolvimento do estudo, foram seguidas as etapas: questão de pesquisa; busca na literatura; aplicação do protocolo adaptado (PRISMA); categorização dos estudos; avaliação dos estudos incluídos; interpretação dos resultados; e apresentação da revisão. Assim, a questão norteadora para estudo foi então identificada: "Qual a eficiência e segurança dos lasers de érbio para remoção de laminados cerâmicos cimentados sobre dentes?".

As bases de dados Medline (Ovid), Embase, Dentistry and Oral Sciences Source (DOSS), Web of Science, Cochrane Library e ProQuest Dissertations and Theses foram utilizadas para busca dos artigos. Durante a busca foram empregados os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e os termos do Medical Subject Headings (MeSH), utilizando o operador booleano AND, formando, assim, a estratégia de busca a partir dos descritores e termos controlados, com a seguinte combinação: (Dental debonding/ OR (exp dental prosthesis/ or exp ceramics/ or exp dental cements) or veneer or veneers or restoration* laminate or laminates *.mp.) AND (lasers, solid state/ OR (solid-state laser* or Er:YAG laser* or "laser" or "Er: YAG laser*" or erbium laser* or ER laser* or Er-YAG laser* or Er YAG laser* or "erbium-doped" or "erbium-doped yttrium aluminium garnet" or erbium YAG laser* or "ER,CR:YSGG" or "ER, CR:YSGG" or "ER, CR: YSGG" or "ER,CR: YSGG" or "erbium, chromium: yttrium-scandium-gallium-garnet" or biolase).mp.))

Foram definidos como critérios de inclusão: artigos disponíveis na íntegra; publicados em português, espanhol, francês ou inglês e que atendiam ao objeto de estudo. Foram excluídos os estudos duplicados, revisões e editoriais.

No gerenciador de referências Rayyan, dois revisores independentes conduziram uma análise cega dos títulos e dos resumos dos estudos identificados, para definir os possíveis estudos elegíveis para inclusão.

Para definir os estudos incluídos neste trabalho, os dados extraídos na leitura completa dos artigos foram: autores, ano de publicação, local do estudo; tipo de estudo; objetivos; tipo de laser; parâmetro do laser; divisão de grupos; materiais avaliados e principais resultados encontrados. Os dados mapeados foram inseridos em um formulário usando o programa de banco de dados Excel.

3 RESULTADOS

Foram identificados 7453 estudos relevantes nas bases de dados e literatura cinzenta, dos quais, após a remoção das duplicatas, restaram 4417 que foram arquivados e organizados no gerenciador de referências Rayyan. Ao final desta etapa, 46 artigos foram selecionados para leitura do texto completo. Foi realizada a leitura na íntegra dos 46 trabalhos para seleção de estudos elegíveis para inclusão. Após a leitura integral dos estudos, 11 artigos foram incluídos nesta revisão, sendo 10 *In vitro* e 01 *Ex vivo*.

A maior parte dos estudos avaliaram a cerâmica de dissilicato de lítio, sendo que alguns ainda faziam a comparação dessa cerâmica com a leucita, em diferentes espessuras. A adesão entre cerâmica e estrutura dentária foi realizada com cimento resinoso fotoativado ou dual, de diferentes marcas. O tempo de deslocamento, a temperatura pulpar, resistência de união por microcissalhamento e a integridade da cerâmica e da estrutura dentária foram os testes mais abordados nos estudos.

Pode-se observar pelos resultados dos artigos incluídos nessa revisão que as amostras que foram irradiadas com lasers de érbio (Er:YAG / Er,Cr:YSGG) para remoção de laminados cerâmicos apresentaram menor resistência de união, com menor tempo de deslocamento, com pouca variação de temperatura pulpar e com preservação da estrutura dentária.

Tabela 1 - Dados gerais dos trabalhos incluídos na revisão

Referência	Tipo de Estudo	Amostras	Adesão	Mensuração	Parâmetros do Laser	Resultados
Morford CK <i>et al.</i> 2011	<i>In vitro</i>	Laminados cerâmicos IPS Empress Esthetic (EE) (vitrocerâmica leucita) e IPS e.max Press HT (Emax) (vitrocerâmica de dissilicato de lítio, alta translucidez; Ivoclar, Vivadent, Suíça) cimentados sobre 24 dentes recém-extraídos e preparados.	Cimento resinoso (RelyX Veneer 3M Espe, EUA)	Transmissão de energia, tempo de deslocamento, integridade da restauração e do elemento dentário MEV	Er:YAG (LiteTouch by Syneron) comprimento de onda 2.940 nm, taxa de repetição de 10 Hz, duração de pulso 100µ segundos a 133 mJ/pulso.	A irradiação a laser Er:YAG efetivamente remove facetas de porcelana, preservando a estrutura dental. A manutenção da integridade da lâmina possivelmente depende da resistência à flexão da porcelana laminada.
Iseri U <i>et al.</i> 2014	<i>In vitro</i>	Amostras cilíndricas de leucita (IPS Empress II, Ivoclar Vivadent, Schaan,	Cimento resinoso (Variolink II, Ivoclar Vivadent,	Resistência de união (SBS) e modo de falha	Er:YAG (VersaWave, HoyaConbio, Freemont California, EUA) aplicado sem	Os resultados deste estudo mostraram diferenças

		Liechtenstein) cimentadas sobre 60 incisivos permanentes de mandíbula bovina extraídos e embutidos em blocos de resina	Schaan, Liechtenstein)		água a uma potência de 5 W (50 Hz × 100 Mj) com comprimento de onda de 2940 nm.	significativas entre os grupos controle (27,28 ± 2,24 MPa) e teste (3,44 ± 0,69 MPa).
ALBalkhi M <i>et al.</i> 2018	<i>In vitro</i>	Laminados cerâmicos Disilicato de Lítio IPS e.max (Ivoclar, Vivadent; Schaan, Liechtenstein) cimentados sobre 12 dentes recém-extraídos e preparados.	Cimento resinoso (Variolink N, Ivoclar, Vivadent; Schaan, Liechtenstein)	Temperatura pulpar, tempo de deslocamento, modo de falha.	Er:YAG Configurações em grupos: A) sem contato a 360mJ/15 Hz, B) sem contato a 360mJ/15 Hz, C) sem contato a 400mJ/10 Hz, D) sem contato a 270mJ/15 Hz, E) sem contato a 300mJ/10 Hz. Duração do pulso de 100 com relação água/ar de resfriamento de 1:1	Todas as facetas foram descoladas e as amostras do grupo NCM (non-contact debonding) apresentaram tempo de descolamento consideravelmente menor (12,6 segundos) do que as amostras CM (contact debonding) (96,3 segundos), entretanto, foram observadas maiores variações de temperatura na NCM (4,28C) do que na MC (2,98C). O modo de falha das amostras foi do tipo 1 ou 3.
Zhang Y <i>et al.</i> 2018	<i>Ex vivo</i>	Laminados cerâmicos cimentados sobre 12 dentes recém-extraídos e preparados. <u>Obs:</u> não menciona o tipo de cerâmica.	Cimento resinoso RelyX Veneer (3M Espe, EUA). <u>Obs:</u> não menciona se realizou algum preparo nos laminados.	Número de pulsos radiados; MEV.	Er:YAG (Lite Touch, Syneron, Israel) com ponta de safira (diâmetro 0,8 mm e comprimento 14 mm) em modo sem contato (distância de trabalho de 1–2 mm) com abundante spray ar-água (razão 4/4) e duração de pulso de 800 µs. <u>Obs:</u> Foram escolhidos ajustes de 100 mJ e 30 Hz, correspondendo a uma fluência teórica de 19,94 J/cm ² .	Os resultados demonstraram que a descolagem da lâmina é possível com o laser Er:YAG e o número total de pulsos parece não estar relacionado à sua eficiência. A observação da MEV confirma que a estrutura dentária residual não é alterada com o uso dessas baixas fluências.
Alikhasi M <i>et al.</i> 2019	<i>In vitro</i>	Laminados cerâmicos Feldspáticos (Ceramco I.C) e de Disilicato de Lítio HT e MO - IPS e.max (Ivoclar, Vivadent; Schaan, Liechtenstein) cimentados sobre 57 dentes bovinos preparados.	Cimento resinoso (Variolink N, Ivoclar, Vivadent; Schaan, Liechtenstein)	Tempo de deslocamento e temperatura pulpar.	Er, Cr:YSGG, 2870nm, 2.5 W, 25 Hz, com duração de pulso 60µs.	O tempo médio de descolamento foi de 103,68 (26,76), 106,58 (47,22) e 103,84 (32,90) segundos para feldspático, dissilicato de lítio MO e dissilicato de lítio HT, respectivamente. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos (P = 0,96). O aumento

						da temperatura intrapulpar foi inferior a 1°C em todos os grupos.
Giraldo Cifuentes H <i>et al.</i> 2020	<i>In vitro</i>	Amostras cilíndricas de dissilicato de lítio com diâmetro de 6 milímetros e quatro espessuras diferentes (0,4 0,8 1,2 e 1,6 mm) cimentadas sobre 68 dentes bovinos	Cimento resinoso Variolink Esthetic N LC (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)	Resistência de união (SBS) e modo de falha	Er,Cr:YSGG (Waterlase MD, Biolase – Irvine, EUA), com 4W de potência e frequência de 50 Hz, durante 60 segundos, varrendo de forma concêntrica. A densidade de energia por pulso ou fluência aplicada foi de 5,33 J/cm ² para os quatro grupos	A espessura das facetas de dissilicato de lítio influencia sua resistência ao descolamento. Ao usar o laser Er,Cr:YSGG para a irradiação para facetas de espessura mais baixa, a resistência ao descolamento também é menor. O tipo de falha não está associado à espessura das facetas de dissilicato de lítio quando irradiadas com o laser de Er,Cr:YSGG. A falha coesiva no cimentante foi o tipo de falha mais frequente.
Karagoz-Yildirak M & Gozneli R, 2020	<i>In vitro</i>	Sessenta discos de leucita (IPS Empress; Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e 60 discos de dissilicato de lítio (IPS e.max Press; Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) cimentados sobre 120 incisivos centrais superiores humanos preparados	Cimento resinoso (Variolink N; Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)	Resistência de união (SBS)	Er:YAG (Fidelis III; Fotona d.o.o., Ljubljana, Eslovênia), 2940 nm, foi aplicado por 9 s a 3 W de potência (10 Hz, 300 mJ) com duração de pulso de 100 µs.	Foram encontradas diferenças significativas entre os grupos controle e irradiado com laser ($p < 0,001$). Enquanto os valores necessários de SBS para os grupos controle estavam entre 30,04 e 24,66 MPa, os valores para os grupos irradiados com laser estavam entre 6,60 e 4,09 MPa. Não houve diferença significativa entre os grupos controle e religado. A irradiação a laser Er:YAG é um método eficaz para remover restaurações totalmente cerâmicas sem afetar a resistência à religação.
Eid H <i>et al.</i> 2021	<i>In vitro</i>	Lâminados Cerâmicos de Dissilicato de Lítio (IPS e.max CAD;	Cimento resinoso (MOJO TM	Resistência de união (SBS) e	Er,Cr:YSGG (WaterLaser; Biolase, San Clemente), 300	Er,Cr:YSGG e Er:YAG são eficazes na

		Ivoclar Vivadent Inc.) e de Leucita (0,3 e 0,7mm) cimentados sobre 84 pré-molares hígidos recém-extraídos	Veneer Cement, Pentron, EUA)	tempo de deslocamento	mJ, potência de 6 W, frequência de 20 Hz, duração do pulso de 60 μ s, densidade de energia de 107 J/cm ² , e 80% de água e 60% de ar; Er:YAG (Doctor Smile, Itália): 300 mJ, potência de 6 W, frequência de 20 Hz, duração de pulso de 100 μ s, densidade de energia de 107 J/cm ² , e 80% de água e 60% de ar.	descolagem de lâminas de vitrocerâmica. O Er:YAG é mais rápido e eficiente que o Er,Cr:YSGG no descolamento de facetas de dissilicato de lítio. A espessura da cerâmica é diretamente proporcional ao tempo de descolamento com o laser de Er:YAG, à medida que a espessura diminuiu, o tempo de descolamento também diminuiu.
Zanini NA <i>et al.</i> 2021	<i>In vitro</i>	Lâminados Cerâmicos de dissilicato de lítio (IPS e.max CAD; Ivoclar Vivadent Inc.)	3 Cimentos resinosos (Variolink Veneer, RelyX U200 e RelyX Veneer)	Análise óptica (MCT); análise morfológica (MEV/EDS)	Er,Cr:YSGG (WaterLase; Biolase, San Clemente), 2,78 μ m, com dois protocolos diferentes: 3,5 W, 48,14 J/cm ² , 20 Hz sem contato e 3,0 W, 48,14 J/cm ² , 20 Hz sem contato.	O laser de Er,Cr:YSGG, nas potências médias utilizadas, é eficiente para remoção de facetas sem causar efeitos deletérios para o esmalte.
Walinski CJ <i>et al.</i> 2021	<i>In vitro</i>	Lâminados Cerâmicos de dissilicato de lítio (IPS e.max CAD; Ivoclar Vivadent Inc.) cimentados sobre 22 dentes recém-extraídos e preparados.	Cimento resinoso (Variolink Esthetic LC, Ivoclar Vivadent, Inc, Amherst, Nova York, EUA)	Tempo e temperatura	Er, Cr: YSGG (Waterlase iPlus; Biolase, Inc, Irvine, Califórnia, EUA) 333 mJ/pulso, 30 Hz, 80% ar, 50% água, ponta de fibra de 600 μ m de diâmetro) com fibra laser (fibra cilíndrica de 600 μ m de diâmetro, 6 mm de comprimento) a uma fluência de 885,96 J/cm ² . A ponta da fibra laser mantinha-se diretamente em contato perpendicular à superfície, e movia-se lentamente, cobrindo a superfície labial da lâmina durante o disparo.	A remoção de restaurações de lâminas laminadas CAD Empress usando um laser Er,Cr:YSGG é confiável e termicamente segura, mesmo a uma média de 10 W a 30 Hz.
Al-Karadagh i SS <i>et al.</i> , 2023	<i>In vitro</i>	Lâminados Cerâmicos de dissilicato de lítio (IPS e.max CAD; Ivoclar Vivadent Inc.) cimentados sobre 75 dentes bovinos preparados.	Cimento resinoso (Variolink Esthetic LC, Ivoclar Vivadent, Inc, Amherst, Nova York, EUA)	Resistência de união (SBS), temperatura pulpar, modo de falha e análise microscópica	Er,Cr:YSGG (2790 nm Waterlase iPlus; Biolase), com 3W, 53 J/cm ² , em duas durações de pulso 60 ou 700 μ s, em diferentes tempos de irradiação 20 s, 30 s, 40 s, 50 s ou 60 s.	Os protocolos de descolamento mostraram-se seguros em relação ao protocolo intrapulpar. O aumento da temperatura após um tempo de exposição de 50 s e 60 s foi

						significativamente diferente de um tempo de exposição de 20 s, 30 s e 40 s, em ambos os grupos ($p < 0,05$). Todos os grupos testados com laser superaram significativamente o grupo controle na resistência de união. Não houve diferença significativa entre a duração dos pulsos em nenhum dos tempos de exposição testados ($p > 0,05$). No entanto, o tempo de exposição de 60s apresentou a menor resistência ao cisalhamento.
--	--	--	--	--	--	--

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2025

4 DISCUSSÃO

A palavra Laser é um acrônimo formada pelas iniciais em inglês de Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, ou seja: amplificação da luz por emissão estimulada da radiação. Einstein a descreveu de forma teórica em 1917. Em 1951 C. H. Townes concebeu uma nova forma de criar feixes intensos e precisos de radiação coerente, criando o acrônimo maser (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation). Em dezembro de 1958 juntamente com o A. L. Schawlow publicou o primeiro artigo científico sobre a possibilidade de emissão de masers no Infravermelho. Em 1964 C. H. Townes recebeu o prêmio Nobel de Física pela invenção do laser. Em 1960 o primeiro equipamento laser entrou em funcionamento no Estados Unidos, desenvolvido por T. H. Maiman, o laser de Rubi. A partir de então vários avanços ocorreram em muitas áreas como na medicina, área militar, indústria e meio ambiente. De fato, entre 1980 e 1990, o laser começou a ser usado na rotina da prática clínica odontológica^{19, 27-29}.

Os lasers distinguem-se das fontes luminosas convencionais por suas propriedades únicas que são: a monocromaticidade, a coerência e a direcionalidade. As interações entre o laser e a matéria, como já citado anteriormente são bem complexas. Atualmente o conhecimento de alguns mecanismos são de extrema importância, já que o laser tem sido utilizado amplamente em várias áreas da saúde. Estes mecanismos são: fototérmicos, fotoquímico, elétrico e mecânico. Outra característica muito importante é o perfil do feixe, que o operador do laser dever ter conhecimento, pois conforme a geometria do feixe o tecido que está sendo irradiado terá um padrão de distribuição da energia específico.

A luz produzida pelo laser interage com os tecidos biológicos por: refração, reflexão, absorção, espalhamento e transmissão. O tipo de tecido e o comprimento de onda incidente determinam qual fenômeno será predominante. As propriedades ópticas do tecido, como o índice de refração, os coeficientes de absorção e espalhamento, assim como as propriedades térmicas, como a difusividade térmica, juntamente com as condições de irradiação (potência média, potência pico e taxa de repetição) serão responsáveis pelos efeitos biológicos de um determinado comprimento de onda laser, no tecido.³⁰ Estas interações ajudam o profissional

escolher o melhor protocolo de irradiação a laser afim de se ter os resultados desejados.

Em 1990 os lasers começaram a ser utilizados para remover bráquetes cerâmicos. A eficácia em relação à descolagem foi avaliada por vários estudos utilizando diversas variáveis e técnicas tais como o tipo de laser,³¹ diferentes valores de densidade de energia,³²⁻³⁵ assim como diversas durações de pulso laser.³⁶ O uso do laser de Nd:YAG e o de CO2 proporcionaram uma menor força no momento de descolagem dos bráquetes cerâmicos^{28, 37-39} e consequentemente, maior conforto ao paciente nessa fase do tratamento. O principal mecanismo de ação que ocorre com o uso do laser de Érbio em odontologia é a fotoablação,^{27, 29, 34} no qual a luz laser interage com o material adesivo causando um processo de decomposição. Entretanto, sabe-se que a luz não é toda absorvida pelo bráquete e cimento resinoso, parte da energia chega ao dente e dependendo do protocolo usado, podem ocorrer danos na morfologia do esmalte ou até mesmo pulpares. Se a variação da temperatura pulpar for superior a 5,5 °C, danos irreversíveis na mesma podem ocorrer.⁴⁰⁻⁴² A partir destes estudos com bráquetes cerâmicos, os estudos evoluíram para o uso dos lasers na remoção de facetas, como observado na tabela 1.

Os estudos sobre remoção de facetas com laser iniciaram a mais de um década em 2007 por Broome.⁴³ Neste trabalho, o laser Er,Cr:YSGG foi utilizado para remover cerâmicas feldspática. Mesmo sendo um estudo pioneiro, o autor sugere que a energia do laser passa pela cerâmica para interagir com a interface cerâmica-resina, onde excita seletivamente as moléculas de água na resina, fato este observado também por Morford et al.¹⁷ em 2011.

Pode-se observar por meio dos estudos incluídos nessa revisão que a remoção de facetas cerâmicas é realizada, em sua maioria, utilizando os lasers Er:YAG (2940 nm) e Er:CrYSGG (2780 nm), sendo uma opção viável, rápida e conservadora na remoção, mantendo a faceta e a estrutura dentária intactas.¹⁷⁻²⁶ Entretanto, além do tipo laser, o procedimento de descolamento à laser também é altamente afetado pelo tipo cerâmico.¹⁷⁻²⁶

5 CONCLUSÃO

Os protocolos testados para remoção de laminados cerâmicos por meio de lasers de érbio (ER:YAG / ER,CR:YSGG) além de serem eficazes, não mostraram alterações morfológicas nos prismas de esmalte e nem alterações de temperatura que pudessem causar danos à polpa e tecidos periodontais.

REFERÊNCIAS

1. Iseri U, Oztoprak MO, Ozkurt Z, Kazazoglu E, Arun T. Effect of Er:YAG laser on debonding strength of laminate veneers. *Eur J Dent*. 2014 Jan;8(1):58-62. doi: 10.4103/1305-7456.126243.
2. Oztoprak MO, Tozlu M, Iseri U, Ulkur F, Arun T. Effects of different application durations of scanning laser method on debonding strength of laminate veneers. *Lasers Med Sci*. 2012 Jul;27(4):713-6. doi: 10.1007/s10103-011-0959-1.
3. Rechmann P, Buu NC, Rechmann BM, Le CQ, Finzen FC, Featherstone JD. Laser all-ceramic crown removal-a laboratory proof-of-principle study-phase 1 material characteristics. *Lasers Surg Med*. 2014 Oct;46(8):628-35. doi: 10.1002/lsm.22279.
4. Correa-Afonso AM, Palma-Dibb RG, Pécora JD. Composite filling removal with erbium:yttrium-aluminum-garnet laser: morphological analyses. *Lasers Med Sci*. 2010 Jan;25(1):1-7. doi: 10.1007/s10103-008-0581-z.
5. Zakrzewski W, Dobrzynski M, Kuropka P, Matys J, Malecka M, Kiryk J, Rybak Z, Dominiak M, Grzech-Lesniak K, Wiglusz K, Wiglusz RJ. Removal of Composite Restoration from the Root Surface in the Cervical Region Using Er: YAG Laser and Drill-In Vitro Study. *Materials (Basel)*. 2020 Jul 7;13(13):3027. doi: 10.3390/ma13133027.
6. Deeb JG, Grzech-Leśniak K, Weaver C, Matys J, Bencharit S. Retrieval of Glass Fiber Post Using Er:YAG Laser and Conventional Endodontic Ultrasonic Method: An In Vitro Study. *J Prosthodont*. 2019 Dec;28(9):1024-1028. doi: 10.1111/jopr.13114.
7. Ebrahim M, Syam A, Mohamed S, Hassan A, Doudidar W. Effect of using Er: yag laser tooth preparation on microleakage of porcelain laminate veneers. *Egypt Dent J*. 2018;64:1613–22. doi: 10.21608/edj.2018.78395

8. Giraldo-Cifuentes H, España-Tost A, Arnabat-Dominguez J. Er,Cr:YSGG Laser in the Debonding of Feldspathic Porcelain Veneers: An In Vitro Study of Two Different Fluences. *Photobiomodul Photomed Laser Surg*. 2020 Oct;38(10):640-645. doi: 10.1089/photob.2019.4752.

9. Zhang Y, Rocca JP, Fornaini C, Zhen Y, Zhao Z, Merigo E. Erbium-Doped, Yttrium-Aluminum-Garnet Laser Debonding of Porcelain Laminate Veneers: An Ex vivo Study. *Contemp Clin Dent*. 2018 Oct-Dec;9(4):570-573. doi: 10.4103/ccd.ccd_632_18.

10. Grzech-Leśniak K, Matys J, Żmuda-Stawowiak D, Mroczka K, Dominiak M, Brugnera Junior A, Gruber R, Romanos GE, Sculean A. Er:YAG Laser for Metal and Ceramic Bracket Debonding: An In Vitro Study on Intrapulpal Temperature, SEM, and EDS Analysis. *Photomed Laser Surg*. 2018 Nov;36(11):595-600. doi: 10.1089/pho.2017.4412.

11. Strobl K, Bahns TL, Willham L, Bishara SE, Stwalley WC. Laser-aided debonding of orthodontic ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1992 Feb;101(2):152-8. doi: 10.1016/0889-5406(92)70007-w.

12. Mimura H, Deguchi T, Obata A, Yamagishi T, Ito M. Comparison of different bonding materials for laser debonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995 Sep;108(3):267-73. doi: 10.1016/s0889-5406(95)70020-x.

13. Kiryk J, Matys J, Nikodem A, Burzyńska K, Grzech-Leśniak K, Dominiak M, Dobrzyński M. The Effect of Er:YAG Laser on a Shear Bond Strength Value of Orthodontic Brackets to Enamel-A Preliminary Study. *Materials (Basel)*. 2021 Apr 21;14(9):2093. doi: 10.3390/ma14092093.

14. Rechmann P, Buu NC, Rechmann BM, Le CQ, Finzen FC, Featherstone JD. Laser all-ceramic crown removal-a laboratory proof-of-principle study-phase 1 material characteristics. *Lasers Surg Med*. 2014 Oct;46(8):628-35. doi: 10.1002/lsm.22279.

15. Deeb JG, Grzech-Leśniak K, Weaver C, Matys J, Bencharit S. Retrieval of Glass Fiber Post Using Er:YAG Laser and Conventional Endodontic Ultrasonic Method: An In Vitro Study. *J Prosthodont*. 2019 Dec;28(9):1024-1028. doi: 10.1111/jopr.13114.

16. Elkharashi A, Grzech-Leśniak K, Deeb JG, Abdulmajeed AA, Bencharit S. Exploring the use of pulsed erbium lasers to retrieve a zirconia crown from a zirconia implant abutment. *PLoS One*. 2020 Jun 1;15(6):e0233536. doi: 10.1371/journal.pone.0233536.

17. Morford CK, Buu NC, Rechmann BM, Finzen FC, Sharma AB, Rechmann P. Er:YAG laser debonding of porcelain veneers. *Lasers Surg Med*. 2011 Dec;43(10):965-74. doi: 10.1002/lsm.21144.

18. Iseri U, Oztoprak MO, Ozkurt Z, Kazazoglu E, Arun T. Effect of Er:YAG laser on debonding strength of laminate veneers. *Eur J Dent*. 2014 Jan;8(1):58-62. doi: 10.4103/1305-7456.126243.

19. ALBalkhi M, Swed E, Hamadah O. Efficiency of Er:YAG laser in debonding of porcelain laminate veneers by contact and non-contact laser application modes (in vitro study). *J Esthet Restor Dent*. 2018 May;30(3):223-228. doi: 10.1111/jerd.12361.

20. Zhang Y, Rocca JP, Fornaini C, Zhen Y, Zhao Z, Merigo E. Erbium-Doped, Yttrium-Aluminum-Garnet Laser Debonding of Porcelain Laminate Veneers: An Ex vivo Study. *Contemp Clin Dent*. 2018 Oct-Dec;9(4):570-573. doi: 10.4103/ccd.ccd_632_18.

21. Alikhasi M, Monzavi A, Ebrahimi H, Pirmoradian M, Shamshiri A, Ghazanfari R. Debonding Time and Dental Pulp Temperature With the Er, Cr: YSGG Laser for Debonding Feldspathic and Lithium Disilicate Veneers. *J Lasers Med Sci*. 2019 Summer;10(3):211-214. doi: 10.15171/jlms.2019.34.

22. Giraldo Cifuentes H, Gómez JC, Guerrero ANL, Muñoz J. Effect of an Er,Cr:YSGG laser on the debonding of lithium disilicate veneers with four different thicknesses. *J Lasers Med Sci*. 2020; 11: 464–8.

23. Karagoz-Yildirak M, Gozneli R. Evaluation of rebonding strengths of leucite and lithium disilicate veneers debonded with an Er:YAG laser. *Lasers Med Sci*. 2020 Jun;35(4):853-860. doi: 10.1007/s10103-019-02872-8.

24. Zanini NA, Rabelo TF, Zamataro CB, Caramel-Juvino A, Ana PA, Zezell DM. Morphological, optical, and elemental analysis of dental enamel after debonding laminate veneer with Er,Cr:YSGG laser: A pilot study. *Microsc Res Tech*. 2021 Mar;84(3):489-498. doi: 10.1002/jemt.23605. Epub 2020 Sep 25. PMID: 32978851.

25. Walinski CJ, Gibson JE, Colvert DS, Redmond DC, Jafarian JH, Gregory PN, Ou KL. Debonding of Leucite-reinforced Glass-ceramic Veneers Using Er, Cr:YSGG Laser Device: Optimizing Speed with Thermal Safety. *Oper Dent*. 2021 Jan 1;46(1):100-106. doi: 10.2341/18-005-L.

26. Al-Karadaghi SS, Jawad H, Al-Karadaghi T. The influence of pulse duration and exposure time of Er,Cr:YSGG laser on lithium disilicate laminate debonding, an in vitro study. *Heliyon*. 2023 Mar 15;9(3):e14600. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e14600.

27. Oztoprak, M.O., Tozlu, M., Iseri, U. Effects of different application durations of scanning laser method on debonding strength of laminate veneers. *Lasers in Medical Science*. Jul; 27 (4): 713–6, 2012 doi: 10.1007/s10103-011-0959-1

28. Ahrari, F., Heravi, F., Fekrazad, R., Farzanegan, F., Nakhaei. Does ultra-pulse CO2 laser reduce the risk of enamel damage during debonding of ceramic brackets? *Lasers in Medical Science*. 27, 567–74, 2012 doi: 10.1007/s10103-011-0933-y

29. Van As, G. Using the Erbium Laser to Remove Porcelain Veneers in 60 Seconds. *Journal of Cosmetic Dentistry*. 28, 20–34, 2013. Disponível em: <

http://aacd.com/proxy.php?filename=files/Dental%20Professionals/jCD/Vol.28/Issue%204/28-4_vanas.pdf. > Acesso em 13 jan 2021

30. Maldonado, E.P., Wetter, N.U., Ranieri, I.M., Barbosa, E.A., Courrol, L.C., Morato, S.P., Vieira, N.D. Crystal growth, spectroscopy and high-power diode-pumped CW laser operation of a new laser medium: Nd:Lu:YLF. OSA, IPEN, 1999. São Paulo Anais eletronicos. Disponível em: <https://www.osapublishing.org/abstract.cfm?uri=ASSL-1999-TuB2>.

31. Cvikl, B., Moser, G., Wernisch, J., Raabe, M., Gruber, R., Moritz, A. The impact of Er,Cr:YSGG laser on the shear strength of the bond between dentin and ceramic is dependent on the adhesive material. *Lasers Med Sci.*27(4):717–22,2012. doi: 10.1007/s10103-011-0963-5.

32. Azzeh, E., Feldon, P.J. Laser debonding of ceramic brackets: A comprehensive review. *Am J Orthod Dentofac Orthop.*123(1):79–83, 2013. doi: 10.1067/mod.2003.2

33. Obata, A., Tsumura, T., Niwa, K., Ashizawa, Y., Deguchi, T., Ito, M. Super pulse CO₂ laser for bracket bonding and debonding. *European Journal of Orthodontics*, 21, 193-8, 1999. doi: 10.1093/ejo/21.2.193

34. Feldon, P.J., Murray, P.E., Burch, J.G., Meister, M., Freedman, M.A. Diode laser debonding of ceramic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 138, 458–62, 2010 doi:10.1016/j.ajodo.2008.11.028

35. Dostalova, T., Jelinkova, H., Remes, M., Šulc, J., Němec, M. The use of the Er: YAG laser for bracket debonding and its effect on enamel damage. *Photomed Laser Surg.*34(9):394–9, 2016 doi: 10.1089/pho.2016.4115.

36. Tocchio, R.M., Williams, P.T., Mayer, F.J., Standing, K.G. Laser debonding of ceramic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop.*103(2):155–62, 1993 doi:10.1016/S0889-5406(05)81765-2.

37. Han, X., Liu, X., Bai, D., Meng, Y., Huang, L. Nd:YAG Laser-aided ceramic brackets debonding: Effects on shear bond strength and enamel surface. *Applied Surface Science*, 255,613–5,2008.doi:10.1016/j.apsusc.2008.06.082

38. Strobl, K., Bahns, T.L., Wiliham, L., Bishara, S.E., Stwalley, W.C. Laser-aided debonding of orthodontic ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop*.101(2):152-8,1992. doi: 10.1016/0889-5406(92)70007-w.

39. Tehranchi, A., Fekrazad, R., Zafar, M., Eslami, B., Kalhori, K.A.M., Gutknecht, N. Evaluation of the effects of CO2 laser on debonding of orthodontics porcelain brackets vs. the conventional method. *Lasers in Medical Science*, 26,563–7, 2011. Doi:10.1007/s10103-010-0820-y

40. Zach, L., Cohen, G. Pulp response to externally applied heat. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol*.19(4):515–30, 1965. doi: 10.1016/0030-4220(65)90015-0.

41. Eriksson, A.R., Albrektsson, T. Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: A vital-microscopic study in the rabbit. *J Prosthet Dent*. 50(1):101–7,1983. doi: 10.1016/0022-3913(83)90174-9.

42. Eriksson, R.A, Albrektsson T, Albrektsson O. Heat caused by drilling cortical bone. Temperature measured in vivo patients animals. *Acta Orthop Scand* 55(6), 629-631, 1984. doi: 10.3109/17453678408992410.

43. Broome, P.J. Utilization of an Er, Cr:YSGG laser for the removal of all-ceramic restorations. *Pract Proced Aesthet Dent*. 19 (1): 23-5, 2007.